



# Chemical German

## An Introduction to the Study of German Chemical Literature

Including Rules of Nomenclature, Exercises for Practice and a  
Collection of Extracts From the Writings of German  
Chemists and Other Scientists and a Vocabulary  
of German Chemical Terms and Others  
Used in Technical Literature

BY

FRANCIS C. PHILLIPS

PROFESSOR OF CHEMISTRY IN THE UNIVERSITY OF PITTSBURGH

SECOND EDITION

---

EASTON, PA.

THE CHEMICAL PUBLISHING CO.

1924

**COPYRIGHT, 1913, BY EDWARD HART.**

**COPYRIGHT, 1915, BY EDWARD HART.**

## Preface.

In the following pages an attempt has been made to provide students of chemistry with a course in German which will serve as an aid in reading the German literature of this science. Students of German, however proficient they may be in the classical literature of the language, find difficulties in mastering the German scientific nomenclature and such difficulties are increased by the lack of dictionaries giving correct meanings of scientific terms.

Many textbooks on Scientific German have appeared, but it has become common in the planning of such textbooks and in the teaching to regard Scientific German as a subject that could be taught and studied rather remotely from the sciences concerned in the student's plan of work and, in attempting to cover the entire scope of the various sciences entering into University curricula, the fact has to some extent been overlooked that the German nomenclature of a single science should be studied by the student more systematically and in greater detail and after he has become sufficiently advanced in the science to grasp the meanings of technical terms and to understand their uses.

Of the various sciences none is more indebted to the Germans for its past and present development than chemistry and the student of advanced chemistry is preeminently in need of a knowledge of German sufficient to enable him to read the best German chemical literature. There is need for a standardizing of the course in Scientific German. When this is secured it will probably be required that the student should have definite knowledge of the German nomenclature of the particular sciences in which he is partially specializing. For the attainment of a standard of teaching there is need for textbooks upon the German of particular sciences.

The present book is a contribution to that portion of Scientific German which deals with chemistry. It contains rules of nomenclature interspersed with exercises intended to illustrate the use of German terms pertaining to general chemistry, inorganic



and organic, and to the various processes of the laboratory. These are followed by a collection of extracts from the writings of noted German chemists, having in many cases direct bearing upon the history of chemistry. A vocabulary of the more common German terms used in Chemistry will aid the student in his translations. The work is intended for students who have had at least a year of German and who have mastered the elements of chemistry.

For permission to include in this volume a number of extracts from German published works I have to express my thanks to the following authors:—Dr. J. Berendes in Goslar; Dr. Albert Ladenburg, Professor in the University of Breslau; Dr. Joachim Biehringer, Professor in the Polytechnic School in Darmstadt; Dr. O. Wallach, Professor in the University of Göttingen; Dr. Karl Engler, Professor in the Polytechnic School in Karlsruhe; Dr. Karl Elbs, Professor in the University of Giessen; Dr. H. von Brunck in Ludwigshafen; Dr. Wilhelm Vaubel, chemist in Darmstadt; Dr. H. Nissenson, chemist in Stolberg; Dr. Julius Ephraim, Patent Attorney in Berlin; Dr. Fritz Glaser, Chemist in Mainz; Dr. E. Rimbach, Professor in the University of Bonn; Dr. Fritz Elsner in Leipzig; Dr. J. H. Vogel, Professor in the University of Berlin; Dr. Gustav Schultz, Professor in the Polytechnic School in Munich; Dr. Wilhelm Schüle, Professor in the Polytechnic School in Breslau; Dr. H. Daneel, Professor in the Polytechnic School in Aachen; Dr. Otto N. Witt in Berlin, President and Dr. George Pulvermacher in Berlin, Secretary of the Fifth International Congress of Applied Chemistry; Dr. W. Wien, Professor in the University of Würzburg, Editor of the *Annalen der Physik*; Dr. Paul Jacobson, Professor in the University of Berlin, Editor of the *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*; Dr. J. Thiele, Editor of the *Annalen der Chemie*.

My acknowledgments are due also to the following publishers for a like permission:—Tausch and Grosse, Halle a/S; Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig; R. Oldenbourg, Munich; Wilhelm Engelmann, Leipzig; Veit und Cie, Leipzig; Johann

Ambrosius Barth, Leipzig; Spielhagen und Schurich, Vienna; Julius Springer, Berlin; Wilhelm Knapp, Halle a/S; C. W. Kreidel, Wiesbaden; Breitkopf und Härtel, Leipzig; Leopold Voss, Leipzig; Alfred Holder, Vienna; Ferdinand Enke, Stuttgart.

My grateful thanks are due to Mr. Harry M. Ferren, Professor of German in the Pittsburgh North Side High School, to Mr. Ferdinand Berger, Professor of German in the University of Pittsburgh, to Dr. J. F. L. Raschen, Professor of German and Dr. L. W. Burdick, Assistant Professor of German in the University of Pittsburgh for valuable advice and suggestions received in the preparation of the work.

It is earnestly hoped that the book may serve its purpose as an aid to those, who with a moderate knowledge of German are beginners in the German literature of chemistry.

# Table of Contents.

	PAGE
The Spelling of German Technical Terms.....	I
Nomenklatur der chemischen Elemente.....	4
Exercise 1 .....	5
Exercise 2 .....	7
Exercise 3 .....	9
Nomenklatur der binären Verbindungen.....	10
Exercise 4 .....	13
Exercise 5 .....	14
Nomenklatur der Säuren .....	15
Exercise 6 .....	17
Exercise 7 .....	18
Nomenklatur der Salze .....	20
Exercise 8 .....	21
Exercise 9 .....	23
Exercise 10 .....	25
Exercise 11 .....	26
Das Studium der Chemie .....	27
Die Bibliothek .....	29
Ein Besuch bei der Firma Schmitt, Schwefelmeyer & Cie .....	31
Das Auflösen der Körper .....	33
Das Filtrieren .....	35
Das Eindampfen einer Flüssigkeit .....	37
Das Kristallisieren .....	39
Das Sublimieren .....	40
Die Wage .....	42
Das Kalibrieren .....	44
Die Darstellung von reinem Chlornatrium .....	45
Die Analyse des Kupfervitriols .....	47
Die Verbrennungsanalyse .....	49
Die Ester .....	52
Das Benzol .....	54
Die Alchemie. Geschichte und Wesen derselben. Dr. J. Berendes:	
Die Pharmacie bei den alten Kulturvölkern .....	56
Geber. Dr. J. Berendes: Die Pharmacie bei den alten Kulturvölkern .....	58
Höhere Chemie. Reichsanzeiger vom 8. Oktober 1796, Berlin.....	63
Die Phlogistontheorie. Dr. Albert Ladenburg: Vorträge über die	
Entwicklungsgeschichte der Chemie in den letzten hundert Jahren .....	65
Fortschritte in der Erkenntniss der unzerlegbaren Substanzen. Her-	
mann Kopp: Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit..	67
Äquivalent und Atomgewicht. Wertigkeit. Dr. Joachim Biehinger:	
Einführung in die Stöchiometrie .....	70
Die Molekeln. Dr. Joachim Biehinger: Einführung in die Stöchio-	
metrie .....	74

	PAGE
Brief von Wöhler an Berzelius. Dr. O. Wallach: Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler .....	77
Brief von Berzelius an Wöhler. Dr. O. Wallach: Briefwechsel zwischen Berzelius und Wöhler .....	77
Verschluckung des Stickstoffs bei dem Keimen. Theodore de Saussure: Annalen der Pharmacie, 1835 .....	78
Versuche der Gesellschaft Amsterdamer Physiker über drei verschiedene Arten von Kohle haltigem Wasserstoffgas, welche sich aus Alkohol und Aether entwickeln lassen. Annalen der Physik, 1799	80
Versuch zu einer Gruppierung der elementaren Stoffe nach ihrer Analogie. J. W. Döbereiner: Annalen der Physik und Chemie, 1829.....	83
Die Bestimmung des Kohlenstoffs in Roheisen. Auszug aus einem Brief von Berzelius an Wöhler vom 1. Juli, 1836. Dr. O. Wallach: Briefwechsel zwischen Berzelius und Wöhler .....	88
Ueber das Aluminium. Friedrich Wöhler: Annalen der Physik, 1827	89
Ueber die Constitution und Natur der organischen Zusammensetzungen. Jöns Jacob Berzelius: Annalen der Pharmacie, Band 6, 1833....	93
Die Traubensäure. J. J. Berzelius: Annalen der Physik und Chemie, 1830 .....	95
Selenium, ein neuer metallartiger Körper. Aus zwei Schreiben des Prof. Berzelius an den Dr. Marcet in London und an Herrn Berthollet in Paris, freiausgezogen von Gilbert. Annalen der Physik, 1818....	100
Geschichte des Löthrohrs. J. Jacob Berzelius: Die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie, Zweite Auflage 1828...	102
Ueber eine verbesserte Darstellungsmethode einfach und zweifach organisch substituierter Acetessigester. Max Conrad und Leonhard Limpach: Annalen der Chemie, 1878 .....	107
Das Methan. Victor Meyer und Paul Jacobson: Lehrbuch der organischen Chemie, Band 1 .....	110
Der Methylalkohol. Victor Meyer und Paul Jacobson: Lehrbuch der organischen Chemie, Band 1 .....	113
Die Structurformel des Benzols. Auszug aus einer Rede, welche am 11. März 1890, von August Kekulé bei Gelegenheit der in Berlin stattfindenden Festsitzung zu Ehren dieses berühmten Chemikers, gehalten wurde. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1890 .....	115
Zur Bildung des Erdöls. Dr. Carl Engler: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1888 .....	117
Das Thiophen. Victor Meyer: Die Thiophengruppe .....	121
Die Synthese von Friedel und Crafts. Dr. Karl Elbs: Die Synthese der Kohlenstoffverbindungen .....	126
Aus einem Nekrolog auf Rudolph Knietsch. Fortschritte im Kontaktverfahren zur Schwefelsäurefabrikation. H. v. Brunck: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 1906 .....	129
Das Messen der Gase. Otto Bleier: Neue Gasometrische Methoden..	134

	PAGE
Bestimmung der Reichert-Meißl'schen Zahl im Butterfett. Dr. Wilhelm Vaubel: Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen.....	140
Analyse durch Elektrolyse in der Praxis. Dr. H. Nissenson: Bericht des V. internationalen Kongresses für angewandte Chemie, Band IV.	142
Die Begründung des Ausschlusses chemischer Stoffe von der Patentierung. Julius Ephraim: Deutsches Patentrecht für Chemiker ....	146
Flammenreaktionen. Robert Bunsen: Annalen der Chemie und Pharmacie, 1866 .....	148
Die Anwendung eines Körpers als Indikator. Dr. Fritz Glaser: Die Indikatoren der Acidimetrie und Alkalimetrie .....	150
Kristallographische Äquivalenz. Isomorphismus. Lothar Meyer: Grundzüge der theoretischen Chemie. Vierte Auflage. Neubearbeitet von Dr. E. Rimbach .....	153
Die Natur der Ionen. Lothar Meyer: Grundzüge der theoretischen Chemie. Vierte Auflage. Neubearbeitet von Dr. E. Rimbach....	158
Die Stellung des Nahrungsmittelchemikers dem Gerichte, der Polizei und dem Publikum gegenüber. Dr. Fritz Elsner: Die Praxis des Chemikers, 5 Auflage .....	160
Die Herstellung des Calciumcarbides in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Caro, Ludwig und Vogel: Handbuch für Acetylen in technischer und wissenschaftlicher Hinsicht.....	164
Abhängigkeit der bei einem chemischen Process auftretenden Wärmeerscheinungen von dem Verlaufe dieses Processes. Dr. Hans Jahn: Die Grundsätze der Thermochemie und ihre Bedeutung für die theoretische Chemie. Erste Auflage .....	166
Das Nitrobenzol. Dr. Gustav Schultz: Die Chemie des Steinkohlentheers .....	168
Beziehungen zwischen Drehungsvermögen und chemischer Constitution der Kohlenstoffverbindungen. Dr. H. Landolt: Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen. Zweite Auflage .....	172
Allgemeine Gergriffsbestimmungen der Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten. Dr. W. Schüle: Die Wärmemechanik .....	177
Salpetersäure-Diazobenzol. Peter Gries: Annalen der Chemie, Band 137, 1866 .....	180
Radium. H. Danneel: Handbuch der Elektrochemie .....	184
Sir Humphry Davy. Dr. August Heller: Geschichte der Physik, Band II	186
Claude-Louis Graf Berthollet. Dr. August Heller: Geschichte der Physik, Band II .....	188
Karl Wilhelm Scheele. Dr. August Heller: Geschichte der Physik, Band II .....	188
Notes .....	190
Vocabulary of Chemical Terms .....	196
Abbreviations .....	251

## The Spelling of German Technical Terms.

A tendency towards a phonetic system of spelling and an opposite tendency, influenced by conservatism and a disposition to adhere to the original forms of the many words from foreign sources, have led to a condition marked by a lack of uniformity in the spelling of modern German. In recent years attempts have been made to establish a more uniform system of spelling by conventional agreements among representatives of learned societies and by government authority. As a result of much agitation of the subject a literature has sprung up upon "deutsche Rechtschreibung" and various books and pamphlets have appeared, some being of an official nature and issued by state governments of the German and Austrian Empires. Among these publications may be mentioned as of interest to students:

Duden's "Orthographisches Wörterbuch der deutschen Sprache," which appeared in 1903 and in several later editions, the last being in 1912;

Vogel's "Ausführliches grammatisch-orthographisches Nachschlagebuch der deutschen Sprache," the eighth edition of which appeared in 1912;

"Regeln für die deutsche Rechtschreibung," issued by the Prussian Minister of Education in 1903 and later, including an edition in 1911;

Jansen's "Rechtschreibung der naturwissenschaftlichen und technischen Fremdwörter," published in 1907.

The following is a brief summary of the more important rules governing the spelling of German words, as recognized by the supporters of the movement in Germany:

1. In words of German origin *th* gives place to *t*, as in *tun*, *Teer*, *Rat*, *Tran*, *Ton*, *Teil*, *Spat*, *Tau*.

The *h* is retained in words of foreign origin, as in *Thorium*, *Theorie*, *Thulium*, *Lithium*, *Lanthanum*, *Äthyl*, *Äther*, *Methyl*.

2. The modified vowel sounds are to be indicated by the umlaut only, in the case of capitals as well as small letters; *Ae*, *Oe*, *ae*,

ue, etc., are not to be used as equivalent to Ä, Ö, ä, ü, etc., but are to represent double syllables. Thus: **Benzoessäure, Oktaeder**. The dieresis is only to be used in such cases when necessary to prevent errors.

3. C before e, i and y is to be replaced by z, thus, **Prozeß, Porzellan, Prinzip, dissoziieren, spezifisch, Rezipient, reziprok, Rezept, reduzieren, Zylinder**.

4. C when having the sound of k is replaced by k. Thus, **Kontakt, Kuvert, direkt, dekrepitieren, konzentrieren, Molekül, koagulieren, Kalzium, Reaktion, abstrakt**.

5. ss, when following a long vowel sound or at the end of a word, gives place to ß among small letters; among capitals SS, similarly placed, becomes SZ.

The use of the spelling system thus indicated and known as the "volkstümliche Schreibweise," while not involving distinctly new features tended to establish uniformity when confusion had long prevailed. Its adoption was strongly urged by Duden and approved by the Prussian Minister of Education through the "Regeln." It met with opposition from various scientific organizations (foremost among whom were the botanists and zoologists) in the case of the spelling of scientific or technical terms, particularly those of Latin origin.

It was then proposed to limit the application of rules 3 and 4 to the common language, and to retain the c in such words as **Calcium, Concentration, Curcuma, Acetylen**. Thus arose the so-called "gelehrte" or "wissenschaftliche Schreibweise." The **deutsche chemische Gesellschaft** formally approved the "gelehrte Schreibweise" in November, 1906, for its two journals, the "*Berichte*" and "*chemisches Zentralblatt*," in the case of scientific or technical terms, but sanctioned the "volkstümliche Schreibweise" for non-technical terms.\* In much of the recent literature of chemistry, as well as other sciences, the "wissenschaftliche or gelehrte Schreibweise" is followed. In some scientific journals and books the "volkstümliche Schreibweise" is used exclusively. Some writers use the two systems rather indiscriminately, following the same sentence sometimes one and sometimes the other

\* *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1906, page 4448.

system. In the "*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*" we find Calcium, Cer, Cyan, Contact, condensieren, Silicium, naszierend, direct, Acetylen, Acetyl, Aceton, etc., while in other works these terms are written Kalzium, Zer, Zyan, Kontakt, kondensieren, Silizium, naszierend, direkt, Azetylen, Azetyl, Azeton. Should a word have a technical as well as a non-technical meaning its spelling may be dependent upon its meaning, i. e., it may be in accordance with either the "wissenschaftliche" or the "volkstümliche Schreibweise."

There is, therefore, as yet no common standard for the spelling of German words in general. However, the "wissenschaftliche Schreibweise," as used in the "*Berichte*," may serve as a safe model for the student of chemistry. It is important to remember, however, that the two systems have in common:

1. The use of the umlaut to the exclusion of the double letters Ae, ae, etc.;
2. The replacement of th by t in words of German origin;
3. The use of the letter e in the verb termination -ieren: thus filtrieren, reduzieren, etc.
4. The use of the double letter ß in place of sz among small letters, the fs formerly in use to represent sz being no longer permissible.

In the exercise and rules of nomenclature given in the first part of this book the "volkstümliche Schreibweise" has been followed generally.

In the articles by German authors contained in the second part the "wissenschaftliche Schreibweise" is common in the case of the later writings. The students will find here spellings used in the current numbers of the "*Berichte*" and in much other recent chemical literature. In the older papers, published before the present movement, spellings common to both the present systems are found, those of the "wissenschaftliche Schreibweise" being the more common. The verb ending -iren was then generally used instead of -ieren. The h was then used regularly after t in the words Theil, thun, Theer, etc. A and Ae were used indiscriminately as were also ä and ae. The use of ss for ß is



quite common in both technical and other literature of recent as well as of earlier date. Many of the leading scientific German periodicals use *ß* and their example is followed in the exercises for practice in the present volume. In the articles by German scientists which follow in the second part a lack of uniformity as regards the use of *ß* and *ss* will be observed.

The difference between the two systems are not sufficient to cause confusion to the student, who should become familiar with both and for whom a comparison of the two should prove an aid to the study of German scientific literature.

#### DIE NOMENKLATUR DER CHEMISCHEN ELEMENTE.

The German names for the chemical elements are in most cases closely similar to, or identical with, those used in English. The names are neuter with few exceptions. In the following table of elements a letter in parenthesis indicates the gender when it is other than neuter. The practice which now prevails in much of the German literature of replacing *th* by *t*, hard *c* by *k* and *o* in such words as *Acetylen* by *z*, leads to some confusion, inasmuch as the changes are made somewhat irregularly. Such changes do not affect the symbols of the elements. Thus *Kalzium* has still the symbol *Ca*. *Zer* (cerium) has the symbol *Ce*. The nonmetal silicon is called *Silicium* (or *Silizium*) in German, as was formerly the practice in English. *Der Arsenik* was used formerly for arsenic as well as for "white arsenic" or arsenious oxide,  $\text{As}_2\text{O}_3$ .\* It is still sometimes used for the element, but commonly means the oxide. The names of several of the metals are used either with or without the termination *um*: thus *Chrom* and *Chromium*; *Cer* and *Cerium*; *Platin* and *Platinum*; *Ruthen* and *Ruthenium*. In the table the English names are given only in cases of marked difference from the German.

\* See p. 84.

## DIE CHEMISCHEN ELEMENTE UND IHRE SYMBOLE.

Aluminium .....	Al	Nickel .....	Ni
Antimon .....	Sb	Niobium, Niob .....	Nb
Argon .....	A	Osmium .....	Os
Arsen .....	As	Palladium, Pallad .....	Pd
Barium, Baryum .....	Ba	Phosphor (m) .....	P
Beryllium .....	Be	Platin, Platinum .....	Pt
Blei, Lead .....	Pb	Praseodym, Praseodymium ..	Pr
Bor, Boron .....	B	Quecksilber, Mercury .....	Hg
Cadmium, Kadmium .....	Cd	Radium .....	Ra
Calcium, Kalzium .....	Ca	Rhodium .....	Rh
Cäsium .....	Cs	Rubidium .....	Rb
Cerium, Cer, Zer .....	Ce	Ruthenium, Ruthen .....	Ru
Chlor .....	Cl	Samarium .....	Sa
Chrom, Chromium .....	Cr	Sauerstoff (m), Oxygen ...	O
Eisen, Iron .....	Fe	Scandium .....	Sc
Erbium .....	Er	Schwefel (m), Sulphur ....	S
Fluor .....	Fl	Selen, Selenium .....	Se
Gadolinium .....	G	Silber .....	Ag
Gallium .....	Ga	Silicium, Silizium .....	Si
Germanium .....	Ge	Stickstoff (m), Nitrogen ..	N
Gold .....	Au	Strontium .....	Sr
Helium .....	He	Tantal .....	Ta
Indium .....	In	Tellur .....	Te
Iridium .....	Ir	Terbium .....	Tb
Jod, Iodine .....	J	Thallium .....	Tl
Kalium, Potassium .....	K	Thorium .....	Th
Kobalt, Cobalt .....	Co	Thulium .....	Tu
Kohlenstoff, (m), Carbon ..	C	Titan .....	Ti
Krypton .....	Kr	Uran, Uranium .....	U
Kupfer .....	Cu	Vanadium, Vanadin .....	V
Lanthan, Lanthanum .....	La	Wasserstoff (m), Hydrogen H	
Lithium .....	Li	Wismut, Bismuth .....	Bi
Magnesium .....	Mg	Wolfram, Tungsten .....	W
Mangan .....	Mn	Ytterbium .....	Yb
Molybdän .....	Mo	Yttrium .....	Yt
Natrium, Sodium .....	Na	Zink .....	Zn
Neodymium, Neodym .....	Nd	Zinn, Tin .....	Sn
Neon .....	Ne	Zirkonium .....	Zr

## EXERCISE I.

Die Chemie ist diejenige Wissenschaft, welche sich mit dem Studium der Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen befaßt. Die chemischen Elemente werden in zwei

Klassen, die Metalle und die Nichtmetalle, eingeteilt. Die Metalle sind meistens hämmerbar, dehnbar und gute Leiter der Elektrizität. Sie lassen sich polieren und haben in der Regel ein hohes spezifisches Gewicht. Die Nichtmetalle sind meistens spröde. Sie sind schlechte Leiter der Elektrizität und der Wärme. Sie besitzen in der Regel<sup>1</sup> einen niedrigen Schmelzpunkt. Einige Elemente sind Gase, welche sich nur bei sehr niedrigen Temperaturen zu Flüssigkeiten verdichten lassen. Zwei derselben sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig. Viele Elemente kommen nur im verbundenen Zustande in der Natur vor. Das Brom ist ein sehr flüchtiger Körper. Der Kohlenstoff kann in drei verschiedenen allotropischen Zuständen existieren. Das Wasser zerlegt (oder zersetzt) sich in seine Elemente. Ich zerlege (oder zersetze) das Wasser. Ich schmelze den Schwefel. Der Schwefel schmilzt. Die Elemente heißen auch Grundstoffe. Der Wasserstoff ist ein unsichtbares, geruchloses und brennbares Gas. Das Chlor gehört zu der Gruppe der Halogene. Das Germanium, ein sehr seltenes Element, wurde von dem deutschen Chemiker Winkler entdeckt. Er hat es zu Ehren seines Vaterlands genannt. Das Zink brennt an der Luft mit blaugrüner Flamme und erzeugt dabei einen weißen Rauch. Das Quecksilber kocht bei 350 Grad. Bei 100 Grad schon hat sein Dampf eine beträchtliche Tension. Die Alkali- und Erdalkalimetalle zersetzen das Wasser es bilden sich Hydroxyde dieser Metalle und der Wasserstoff wird in Freiheit gesetzt. Das Chrom ist ein schwer schmelzbares Metall. Seine Verbindung mit Kohlenstoff hat viel Ähnlichkeit mit dem weißen Gußeisen. Das Kupfer legiert sich mit dem Silber. Die Legierungen des Quecksilbers nennt man Amalgame. Das Gold läßt sich leicht amalgamieren. Der phosphorhaltige Stahl ist kaltbrüchig. Ein Atom Kohlenstoff vereinigt sich mit vier Atomen Wasserstoff und es entsteht Grubengas. Letzteres ist ein wichtiger Bestandteil des Erdgases. Auf Wasserstoff bezogen,<sup>2</sup> ist die Dampfdichte des Jods 126. Den Saurestoff erhält man, wenn man den Braunstein glüht. Das Thorium ist ein seltenes Metall. Der Marktpreis seiner Verbindungen ist ein sehr hoher. Das Kupfer zeichnet

sich durch große Dehnbarkeit aus. Es läßt sich zu feinem Draht ausziehen. Das Blei ist hämmerbar aber wenig dehnbar. Der Chemiker hat das Mineral analysiert. Was hat er darin gefunden? Er hat Schwefel und Eisen gefunden. Das Kalzium ist ein silberweißes und ziemlich hartes Metall. Der Sand ist bei hoher Temperatur ein sehr beständiger Körper. Wenn man Wasserdampf über glühendes Eisen leitet, so erhält man eine Verbindung von Eisen und Sauerstoff und der Wasserstoff wird frei. Das Gold kann eine schöne Politur annehmen. Das Brom ist eine tief rote Flüssigkeit. Das Wassermolekül besteht aus einem Atom Sauerstoff und zwei Atomen Wasserstoff. Das Eisenvitriol ist eine wasserhaltige Verbindung. Das Messing ist eine Legierung von Kupfer und Zink. Die Bronze besteht aus Kupfer und Zinn.

### EXERCISE 2.

Ist das Gold ein Element oder eine Verbindung? Das Gold ist ein metallisches Element. Das Jod ist ein Nichtmetall. Die Metalle verbinden sich mit den Nichtmetallen. Das Wasser ist eine binäre Verbindung. Der Salpeter ist eine ternäre Verbindung. Das Fluor ist ein blaßgelbes Gas. Der Schwefel brennt an der Luft<sup>1</sup> und es bildet sich dabei eine gasförmige Verbindung. Die Luft betrachtet man als ein Gemisch und nicht als eine chemische Verbindung. Durch geeignete Absorptionsmittel kann man die verschiedenen Bestandteile der Luft von einander trennen und es bleibt schließlich nur noch das Argon als unabsorbierbarer Rückstand zurück. Beim Erhitzen geht das Jod in einen violetten Dampf über. Das Quecksilber ist bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig. Das metallische Barium findet keine Anwendung in den Künsten und Gewerben. Der Sauerstoff ist geschmacklos und geruchlos. In reinem Zustande eingeatmet, verursacht dieses Gas eine Beschleunigung des Atmungsprozesses. Das Natrium oxydiert sich an der Luft. Man bewahrt es am besten in Steinöl, oder in einem indifferenten Gase, auf. Bei Berührung einer Flamme bewirkt das Knallgas eine gewaltige Explosion. Das Fluor wurde von Moissan durch Elektrolyse des flüssigen Fluorwasserstoffs dargestellt. Das Eisen vereinigt sich

mit Schwefel zu einer binären Verbindung. Der flüssige Sauerstoff hat eine blaue Farbe. Beim Erhitzen unter Atmosphärendruck verdampft das Arsen ohne zu schmelzen. Der naszierende Wasserstoff hat eine kräftig reduzierende Wirkung. Das Platin ist ein Edelmetall. Der Stickstoff ist ein indifferenter Körper. Im freien Zustande hat er wenig Neigung sich mit anderen Elementen zu vereinigen. Das Kupfer läßt sich polieren. Der Schwefel ist nicht politurfähig. Das chemisch reine Eisen ist ein weiches Metall, es kann einen schönen Glanz annehmen. Der Gußstahl hat einen kristallinen Bruch. Die Eigenschaften der Edelerden sind bis jetzt nur wenig bekannt. Der Phosphor ist bei Gegenwart von Luft selbstentzündlich. Das Produkt seiner Verbrennung ist eine Sauerstoffverbindung. Das Kochsalz kommt im Meerwasser vor. Das Selen ist an der Luft verbrennlich, unter Verbreitung eines sehr üblen Geruchs. Das Strontium gehört zu der Gruppe der Erdalkalimetalle. Manche Silbersalze erleiden eine Zersetzung, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Solche Zersetzungen werden von einer Farbenveränderung begleitet. Das Osmium ist das strengflüssigste der Metalle. Leitet man Chlor in eine Lösung von Ammoniak ein, so verbindet sich das Chlor mit dem Wasserstoff und der Stickstoff wird frei. Das Lithium erteilt der Bunsenschen Flamme eine schön rote Farbe. Durch diese Flammenreaktion läßt sich das Lithium erkennen. Der geschmolzene Schwefel ist sehr dünnflüssig. In freiem Zustande kann man das Ammonium nicht erhalten. Seine Verbindungen haben viel Ähnlichkeit mit denjenigen des Kaliums. Das Ammoniumamalgam ist aber leicht darzustellen. Das Quecksilber hat eine niedrige spezifische Wärme. Im gefrorenen Zustande sieht es wie Silber aus. Es ist nicht mit Wasser mischbar. Ich analysiere ein Mineral. Ich mache eine Analyse von einem Mineral. Das Eisen vereinigt sich mit Sauerstoff zu einer binären Verbindung. Der Bleizucker ist ein lösliches Salz. Das Chlor dient als ein ausgezeichnetes Bleichmittel. Das Aluminium wurde im Jahre 1827 von dem deutschen Chemiker Wöhler entdeckt. Der englische Chemiker Dalton war der Gründer der atomistischen Theorie.

## EXERCISE 3.

Der Chemiker studiert Chemie. Der Physiker mißt die elektrische Leitfähigkeit eines Kupferdrahts. Der Techniker muß Kenntnisse von verschiedenen Wissenschaften besitzen. Ich arbeite in meinem Laboratorium. Dieser Student interessiert sich nicht für seine Studien. Er scheint sich vor den Strukturformeln der organischen Chemie zu scheuen. Das ist zu bedauern, weil diese Formeln ihm wirklich bei seinen Studien Hilfe leisten sollten. Der Geolog studiert die Sandstein- und Kalksteinschichten dieses Terrains. Der Mineralog sucht Mineralien in diesem Steinbruch. In der Mineralogie ist er sehr bewandert. In dem Königlichen Museum finden Sie eine grosse Sammlung von Gesteinsarten und Mineralien. Als erfahrener Chemiker schreibt er ein Lehrbuch der Chemie. Dieser Arzt hat physiologische Chemie studiert. Die meisten Ärzte müssen sich mit sehr beschränkten Kenntnissen der Chemie begnügen. Der Biolog studiert die Zusammensetzung der von einem Frosch ausgeatmeten Luft. Der Photograph beschäftigt sich gegenwärtig mit der Entwicklung einer Photographie. Er macht Versuche mit einem neuen Entwickler und glaubt, daß er eine Verbesserung im Entwicklungsprozeß gemacht habe. Was treibt Ihr Herr Bruder? Er ist Apotheker. In der Arzneimittellehre hat er gründliche Studien gemacht. Der Professor der biologischen Chemie studiert die Verdauungsenzyme im Magensaft der Kaulquappen. Aus seinen Untersuchungen ist er zu wichtigen Schlüssen über die Verdauungsvorgänge dieser Tiere gekommen. Treibt er die Chemie als Dilettant? Nein, er ist Chemiker von Fach. Als Sachverständiger wurde er kürzlich aufgefordert vor dem Gericht zu erscheinen. Im physikalischen Laboratorium werden eingehende Versuche über die Eigenschaften kolloidaler Lösungen ausgeführt. Dieser Privatdozent hat seine Lehrstelle aufgegeben und ist als Leiter einer Schwefelsäurefabrik in die Praxis getreten. Seine Fabrik zeichnet sich durch eine große jährliche Produktion aus. Die Säure wird hauptsächlich den Alkalifabrikanten verkauft. Der Botaniker führt Untersuchungen aus über die Diffusion in

Pflanzenzellen. Als Professor der allgemeinen Chemie hält dieser Chemiker Vorlesungen über die Dissoziationerscheinungen der Gase. Seine Zuhörer kommen spät in den Hörsaal. Der Privatdozent gibt Unterricht in der Experimentalchemie. Der Astronom findet, daß seine Silberspiegel rasch durch die in der Luft enthaltenen Verunreinigungen zerstört werden; deshalb müssen die Spiegel von Zeit zu Zeit wieder versilbert werden. Beim Experimentieren muß man sich immer über die Arbeiten anderer Experimentatoren erkundigen. Ohne die Mitwirkung eines erfahrenen Chemikers könnte der Hüttenmann nur wenig leisten. Er ist als Metallurg bei diesem Stahlwerk angestellt und ist mit der Kontrolle der Stahlschienenfabrikation<sup>1</sup> anvertraut. Der Physiolog macht Beobachtungen über den Stoffwechsel der Meerschweinchen. Nach Schluß der diesjährigen Lehrkurse wird er eine Professur an der Universität annehmen. Der Feurungstechniker macht Versuche mit seiner kalorimetrischen Bombe. Für seine Brennwertbestimmungen erhält er Steinkohlenproben aus verschiedenen Gruben. Die Nahrungsmittelchemiker besprechen die angeblichen Gesundheitsschädigungen durch Konservierungsmittel. Der Professor der physiologischen Chemie hält einen Vortrag über den Fluorgehalt der Krokodilzähne. Seine Zuhörer scheinen ein großes Interesse daran zu haben. Er ist ein ausgezeichneter Analytiker. Er bedauert aber sehr, daß seine letzte Analyse zu einem ganz falschen Resultat führte. Daran war die Wageschuld, worauf seine Wägungen gemacht wurden. Ich suche mir ein Thema für eine Doktorarbeit aus. Als Einjährig-Freiwilliger habe ich nur wenig Zeit für meine Studien.

## DIE NOMENKLATUR DER BINÄREN VERBINDUNGEN.

The German names of binary compounds, when atomic ratios are not indicated, are formed in two different ways.

1. The name of the more electronegative element is prefixed to that of the other element.

### EXAMPLES:

das Chlorkupfer .....	copper chloride
das Jodnatrium .....	sodium iodide

das Selenblei .....	lead selenide
der Schwefelkohlenstoff .....	carbon sulphide
der Phosphorwasserstoff .....	hydrogen phosphide
das Tellurkupfer .....	copper telluride
das Fluorkalzium .....	calcium fluoride
das Schwefelsink .....	zinc sulphide

2. The name of the electronegative element follows having its termination changed to *-id*.

EXAMPLES:

das Eisencarbid .....	iron carbide
das Kupferchlorid .....	copper chloride
das Eisenphosphid .....	iron phosphide
das Antimonsulfid .....	antimony sulphide
das Kalziumfluorid .....	calcium fluoride
das Natriumchlorid .....	sodium chloride
das Magnesiumnitrid .....	magnesium nitride
das Bleiselenid .....	lead selenide

The names *Schwefel*, *Kohlenstoff*, *Stickstoff*, *Wasserstoff* and *Sauerstoff* never receive the ending *-id*.

When atomic ratios other than that of 1 : 1 are to be expressed, prefixes are used as in English, thus:—

das Quecksilbermonochlorid .....	das Quecksilberdichlorid
das Antimontrichlorid .....	das Bortrifluorid
das Phosphortribromid .....	das Phosphorpentabromid
das Chromdichlorid .....	das Chromsesquichlorid
das Wasserstoffmonosulfid .....	das Wasserstoffdisulfid

In the earlier German chemical works such compounds were named without having recourse to Latin or Greek. Thus:—

das Zweifachschwefeleisen .....	iron disulphide
der Vierfachchlorkohlenstoff .....	carbon tetrachloride
der Fünffachchlorphosphor .....	phosphorus pentachloride
der Dreifachchlorstickstoff .....	nitrogen trichloride

The English terminations *-ous* and *-ic* are expressed in German by the endings *-ür* and *-id* respectively.

EXAMPLES:

das Kupferchlorür .....	cuprous chloride
das Kupferchlorid .....	cupric chloride
das Eisenbromür .....	ferrous bromide
das Eisenbromid .....	ferric bromide
das Eisensulfür .....	ferrous sulphide
das Eisensulfid .....	ferric sulphide
das Quecksilberjodür .....	mercurous iodide
das Quecksilberjodid .....	mercuric iodide



An exception is made in the case of oxides, the terminations being -oxydul and -oxyd.

EXAMPLES:

das Eisenoxydul .....	ferrous oxide
das Eisenoxyd .....	ferric oxide
das Kupferoxydul .....	cuprous oxide
das Kupferoxyd .....	cupric oxide
das Eisenoxydoxydul	} ..... ferrosoferric oxide
das Eisenoxyduloxyd	

The following terms are also used to distinguish between the compounds represented in English by the endings -ous and -ic:—

das Aurechlorid .....	aurous chloride
das Aurichlorid .....	auric chloride
das Ferrobromid .....	ferrous bromide
das Ferribromid .....	ferric bromide
das Platinochlorid .....	platinous chloride
das Platinichlorid .....	platinic chloride
das Cuprochlorid .....	cuprous chloride
das Cuprichlorid .....	cupric chloride
das Superoxyd	} ..... peroxide
das Hyperoxyd	
das Suboxyd .....	suboxide

The following terms, used regularly in older chemical works and still used in trade, are rarely found in recent scientific literature:—

das Kali .....	potash
das Natron .....	soda
das Lithion .....	lithia
der Strontian .....	strontia
der Baryt .....	baryta
die Tonerde .....	alumina
die Kieselerde .....	silica
die Thorerde .....	thoria
die Yttererde .....	yttria
die Cernerde .....	ceria
die Zirkonerde .....	zirconia
der Kalk .....	lime
die Bittererde (obs.) .....	magnesia
die Schwererde (obs.) .....	baryta
die Erbinerde .....	erbia

## EXERCISE 4

Das amorphe Silizium verbrennt an der Luft zu Siliziumdioxid, welches ein weißes Pulver darstellt. Das Strontium bildet ein Oxyd, welches sehr beständig ist, und stark basische Eigenschaften besitzt. Früher wurde es Strontian genannt; jetzt heißt es Strontiumoxyd. Das Magnesiumchlorid zersetzt sich beim Kochen seiner wäßrigen Lösung unter Ausscheidung von Magnesiumhydroxyd und unter Freiwerden von Chlorwasserstoff. Das Selen hat in chemischer Beziehung viel Ähnlichkeit mit dem Schwefel. Das Aurichlorid hat eine gelbe Farbe; das Aurochlorid ist ein weißer Körper. Das gewöhnliche Messing ist eine Legierung von Kupfer und Zink. In der echten Bronze ist das Kupfer mit Zinn legiert. Das Magnesiumnitrid wird durch Wasser zersetzt; es bilden sich Ammoniak und Magnesiumhydroxyd. Das Eisenoxyduloxyd kommt in der Natur als Magnetkies vor; es dient bei dem Hohofenprozeß als ein wichtiges Erz des Eisens. Der Saphir, ein sehr geschätzter Edelstein, besteht aus reiner Tonerde oder Aluminiumoxyd. Der Schmirgel ist eine unreine Art desselben Körpers. Das Zinn verbindet sich mit dem Jod zu Zinntetraiodid, wenn man dieses Metall mit einer Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff behandelt. Durch Änderung der Gewichtsverhältnisse läßt sich das Zinnjodid auf diese Weise nicht erhalten. Das geschmolzene Silber absorbiert Sauerstoff aus der Luft, ohne aber damit in eine Verbindung einzugehen. Beim Erkalten des Metalls entweicht der Sauerstoff wieder. Das Eisenchlorid wird durch Schwefelwasserstoff zu Eisenchlorür reduziert; bei Gegenwart von Luft wird letzteres wieder in Chlorid zurückverwandelt. Der Luft ausgesetzt, bedeckt sich das Zink mit einer sehr dünnen Oxydschicht, welche das Metall gegen weitere Oxydation schützt. Das Bromkalium ist ein sehr geschätztes Arzneimittel; es dient auch, direkt oder indirekt, zur Herstellung verschiedener Bromverbindungen in der anorganischen und organischen Chemie. Das Chlorsilber wird durch eine Lösung von Bromkalium zersetzt, wobei Bromsilber und Chlorkalium gebildet werden. Durch Glühen in der Luft wird das Manganoxydul in Manganoxy-

duloxyd verwandelt; in Sauerstoffgas geglüht, geht es in Manganesquioxid über. Scheele stellte Sauerstoff aus Braunstein dar, indem er dieses Mineral einer hohen Temperatur aussetzte. Das Chrom erhält man leicht in Form eines geschmolzenen Regulus, wenn man ein Gemisch von Chromozyd und Aluminiumpulver anzündet und fortbrennen läßt. Das Kobalthydroxydul wird durch Brom bei Gegenwart von Alkali zu Kobalthydroxyd oxydiert. Das letztere wird durch naszierenden Wasserstoff leicht wieder reduziert. Ohne selbst eine Veränderung zu erleiden, übt das Manganhyperoxyd eine katalytische Wirkung auf das Wasserstoffhyperoxyd aus; das letztere wird quantitativ, unter Verlust von Sauerstoff zu Wasser verwandelt. Das Kupferchlorid in wasserfreiem Zustande ist gelb; in konzentrierter Lösung ist es grün, während es in verdünnter Lösung eine hellblaue Farbe zeigt. Wie erklärt man diese Farbenverschiedenheiten? Wenn man eine heißgesättigte Lösung von Jodblei erkalten läßt, so scheidet es sich in schönen, goldähnlichen Kryställchen aus.

### EXERCISE 5.

Der Wasserdampf wird durch glühendes Eisen zersetzt; das Eisen vereinigt sich mit dem Sauerstoff und der Wasserstoff wird frei. Die Alkalimetalle vereinigen sich mit den Halogenen zu Halogeniden. Der naszierende Wasserstoff ist ein kräftiges Reduktionsmittel. Aus den Lösungen der Salze von Platin, Gold und Palladium fällt er diese Metalle als pulverige Niederschläge aus. Das Aluminiumoxyd ist ein wichtiger Bestandteil vieler Silikatgesteine. Die Metalle der seltenen Erden scheinen immer in Verbindung mit Sauerstoff in der Natur vorzukommen. Der Jodstickstoff ist ein höchst unbeständiger Körper; er kann leicht durch Reibung oder Schlag zur Explosion gebracht werden. Das Kupferoxyd ist sehr beständig; selbst bei den höchsten Ofentemperaturen erleidet es keine Zersetzung. Mit reduzierenden Körpern erhitzt, ist es aber leicht zersetzlich und es wird unter Verlust von Sauerstoff zu Metall reduziert. Wenn durch ein Metall die Hälfte des Wasserstoffs in einem oder mehreren Wassermolekülen ersetzt wird, so nennt man die Verbindung, welche dabei entsteht, ein Hydroxyd. Die Hydroxyde spielen eine wich-

tige Rolle in der Chemie der Metallverbindungen. Die Hydroxyde der Alkalimetalle sind leicht löslich in Wasser. Diejenigen der anderen Metalle sind meistens unlöslich oder schwerlöslich in dieser Flüssigkeit. Das Phosphorkalzium ist leicht durch Wasser zersetzlich. Es bilden sich beim Zusammentreffen dieser Körper Kalziumhydroxyd und Phosphorwasserstoff. Der letztere ist ein selbstentzündliches Gas. Das Mangandioxyd zerfällt beim Glühen in Manganoxyduloxyd und Sauerstoff. Das Aluminiumpulver, mit irgend einem Oxyde des Mangans gemischt, verbrennt auf Kosten des Sauerstoffs des letzteren und das Mangan wird als geschmolzener Regulus erhalten. Bei hoher Temperatur reduziert Magnesiumpulver das Siliziumdioxyd unter Ausscheidung von Silizium. Diese Reaktion dient zur Herstellung des elementaren Siliziums. Das Kohlenoxyd ist ein farbloses Gas, welches sich leicht mit Chlor zu Kohlenoxychlorid vereinigen kann. Die Halogenide der Alkalimetalle sind salzige Körper, welche alle im Meerwasser vorkommen. Viele Goldverbindungen werden durch Sonnenstrahlen zersetzt. Durch Behandeln mit Chlor wird das Zinnchlorür zu Zinnchlorid oxydiert. Das erstere wird unter dem Namen Zinnsalz verkauft. Das Verrosten des Eisens besteht in einem Oxydationsprozeß, welcher aber nur bei Gegenwart von Wasser möglich ist. In feuchter Luft läuft das Zink sehr leicht an und es bildet sich eine dünne Schicht von Zinkhydroxyd auf der Oberfläche des Metalls. Das Nickelhydroxydul wird als ein apfelgrüner Niederschlag erhalten, wenn man eine Lösung von Nickelchlorür mit Natriumhydroxyd versetzt. Das Eisenhydroxydul ist ein rein weißer Körper, welcher an der Luft in Eisenhydroxyd übergeht. In der Gasflamme verbrennt der im Gase enthaltene Kohlenstoff zu Kohlendioxyd und unter den Verbrennungsprodukten läßt sich keine Spur von Kohlenoxyd auffinden. Die Chlormetalle sind meistens bei hohen Temperaturen ziemlich flüchtig.

## DIE NOMENKLATUR DER SÄUREN.

### 1. Oxygen Acids.

The German names for oxygen acids ending in ic are formed

by affixing the word *säure* to the name of the substance acidified, which latter is sometimes abbreviated.

EXAMPLES:

Chromsäure .....	chromic acid
Jodsäure .....	iodic acid
Borsäure .....	boric acid
Phosphorsäure .....	phosphoric acid
Arsensäure .....	arsenic acid
Osmiumsäure .....	osmic acid
Schwefelsäure .....	sulphuric acid
Zyansäure .....	cyanic acid
Zyanursäure .....	cyanuric acid
Molybdänsäure .....	molybdic acid

The names of acids ending in *-ous* are formed in German by adding the word *säure* to the name of the substance acidified, lengthened by the termination *-ige* or *-ge*, which then becomes an adjective.

EXAMPLES:

schweflige Säure .....	sulphurous acid
chlorige Säure .....	chlorous acid
phosphorige Säure .....	phosphorous acid
selenige Säure .....	selenious acid

Or the two words may be consolidated in one.

EXAMPLES:

Schwefligesäure

Selenigesäure

It is more common at present to express the names of the lower oxygen acids by using the two words separately. Such terms as *Salpetrigesäure* are found mainly in older books.

The following names will be readily understood as illustrating the use of prefixes in the case of elements forming several oxygen acids:

unterchlorige Säure .....	hypochlorous acid
Überchloresäure .....	perchloric acid
unterphosphorige Säure .....	hypophosphorous acid
Übermangansäure .....	permanganic acid
Überchromsäure .....	perchromic acid

The name of an anhydride is formed by affixing the word *anhydrid* to the name of the acid: Thus:—

Schwefelsäureanhydrid .....	sulphuric anhydride
Phosphorsäureanhydrid .....	phosphoric anhydride
Übermangansäureanhydrid .....	permanganic anhydride
Chromsäureanhydrid .....	chromic anhydride

## 2. Hydracids.

These are named by adding **-wasserstoffsäure** to the name of the element or radical acidified.

### EXAMPLES:

Chlorwasserstoffsäure .....	hydrochloric acid
Jodwasserstoffsäure .....	hydriodic acid
Fluorwasserstoffsäure .....	hydrofluoric acid
Bromwasserstoffsäure .....	hydrobromic acid
Zyanwasserstoffsäure .....	hydrocyanic acid
Ferrozyanwasserstoffsäure .....	hydroferrocyanic acid
Schwefelzyanwasserstoffsäure	} .....thiocyanic acid
Rhodanwasserstoffsäure	

The following names are formed irregularly:

Salzsäure .....	hydrochloric acid
Flußsäure .....	hydrofluoric acid
Blausäure .....	hydrocyanic acid
Kohlensäure .....	carbonic acid
Salpetersäure .....	nitric acid
Kieselsäure .....	silicic acid
salpetrige Säure .....	nitrous acid

## EXERCISE 6.

Das Kohlendioxyd ist das Anhydrid der Kohlensäure. Das Eisenoxyd löst sich in Salzsäure zu Eisenchlorid auf. Das Magnesium brennt in Kohlendioxyd zu Magnesiumoxyd unter Abscheidung von Kohlenstoff. Wenn man das Selen in Wasserstoff erhitzt, so verwandelt es sich in Selenwasserstoff,<sup>1</sup> ein Gas, welches viel Ähnlichkeit mit dem Schwefelwasserstoff aufweist. Von den Halogenen besitzt das Fluor die größte Anziehungskraft für Wasserstoff. Die gegläute Tonerde ist beinahe unlöslich in Mineralsäuren. Die Überchromsäure entsteht, wenn man eine mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Lösung von Chromsäure mit Wasserstoffhyperoxyd versetzt. Die Verbindung fängt sofort an, sich zu zersetzen und läßt sich nicht in wäßriger Lösung aufbewahren. Das Vitriolöl ist ein Gemisch von Schwefelsäure mit Schwefelsäureanhydrid. Es dient in der

organischen Chemie zur Erzeugung der Sulfosäuren, welche bei der Fabrikation der Teerfarbstoffe eine wichtige Rolle spielen. Der Phosphor oxydiert sich in feuchter Luft zu phosphoriger Säure. Angezündet in Luft oder Sauerstoff, brennt er zu Phosphorsäureanhydrid. Das Phosphortrichlorid reagiert mit den meisten Sauerstoffsäuren unter Bildung von Säurechloriden. Letztere lassen sich leicht durch die Einwirkung von Wasser in die ursprünglichen Säuren zurückverwandeln. Das Bleidioxyd verhält sich wie ein Anhydrid, indem es sich mit Metalloxyden zu Salzen vereinigt. Der Wasserstoff verbindet sich mit Chlor unter heftiger Explosion, wenn ein Gemisch von gleichen Raumteilen dieser Gase dem Sonnenlicht ausgesetzt wird. Es entsteht Chlorwasserstoffsäure, wenn man das gasförmige Produkt der Explosion in Wasser einleitet. Das Wismuttrichlorid hat eine besondere Neigung, beim Verdünnen seiner Lösung, sich in ein basisches Salz zu verwandeln. Das Phosphorsäureanhydrid dient als ein kräftiges wasserentziehendes Mittel. Durch seine Einwirkung auf Salpetersäure erhält man das Salpetersäureanhydrid. Der naszierende Wasserstoff reduziert Chlorsäure zu Chlorwasserstoffsäure. Durch oxydierende Mittel wie z. B. Manganhyperoxyd, läßt sich das Fluor nicht aus Fluorwasserstoff abscheiden. Die rohe Salzsäure ist gewöhnlich Schwefelsäurehaltig; ein Eisengehalt läßt sich an der gelben Farbe erkennen. Die selenige Säure enthält, wie die schweflige Säure, zwei ersetzbare Wasserstoffatome. Die Thioschwefelsäure ist eine unbeständige Verbindung. Die Zyanwasserstoffsäure hat schwachsaure Eigenschaften. Die meisten Chlormetalle werden durch Schwefelsäure zersetzt. Das Zirkonsäureanhydrid läßt sich durch Magnesiumpulver reduzieren. Das Kohlenoxychlorid zersetzt sich bei Gegenwart von Wasser unter Bildung von Chlorwasserstoffsäure und Kohlensäure. Die organischen Säuren werden meistens durch Mineralsäuren aus ihren Salzen ausgetrieben.

### EXERCISE 7.

Das zweiwertige Sauerstoffatom verbindet sich mit zwei einwertigen Wasserstoffatomen zu einem Molekül Wasser. Der

Kohlenstoff ist ein vierwertiges Element. Zu seiner Sättigung erfordert er vier Atome des einwertigen Chlors und durch die Vereinigung entsteht der Tetrachlorkohlenstoff. Das Zyan ist ein einwertiges Radikal. In der organischen Chemie spielt es eine wichtige Rolle. Seine Kaliumverbindung ist das sehr giftige Zyankalium. Im Phosphorpenutoxyd ist der Phosphor fünfwertig. Im Arsenwasserstoff ist das Arsen dreiwertig. Wenn man das Kupfer im Kupferchlorür als zweiwertig annimmt, so ist seine Formel  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  zu schreiben. Die Sauerstoffsäuren der Halogene liefern den Beweis, daß die Wertigkeit dieser Elemente veränderlich ist. Das Kohlenoxyd verbindet sich leicht mit Sauerstoff zu Kohlendioxyd. Das erstere bezeichnet man demgemäß als eine ungesättigte Verbindung. Das Eisenoxydul, das Quecksilberchlorür, das Arsentrioxyd und das Schwefeldioxyd sind auch ungesättigte Verbindungen. Die Valenztheorie liefert keine genügende Erklärung dafür, daß so viele Salze Krystallwasser enthalten. Das Zink besitzt eine konstante Wertigkeit. In allen seinen Verbindungen ist es zweiwertig. Man nimmt an, daß das Ozonmolekül aus drei Sauerstoffatomen besteht. Diese Ansicht findet seine Bestätigung in der Beobachtung, daß bei der Ozonbildung drei Volumen Sauerstoff zu zwei Volumen Ozon verdichtet werden. Schreiben Sie zur Übung einen Aufsatz auf englisch über die Wertigkeit des Stickstoffs und übersetzen Sie ihn dann ins Deutsche. Die Wertigkeit ist bei den meisten Elementen eine veränderliche Größe. Nur in einzelnen Fällen kann sie durch eine konstante Zahl ausgedrückt werden. Das Chlor und das Mangan sind sehr unähnliche Elemente. In ihren höchsten Sauerstoffverbindungen, der Überchlorsäure und der Übermangansäure, haben sie aber eine gewisse Ähnlichkeit. Die Kaliumsalze dieser Säuren sind isomorph. Die vier Affinitäten des Kohlenstoffatoms können nicht alle durch Hydroxylgruppen gesättigt werden. Unter den Atomen oder Radikalen, welche diese Affinitäten sättigen, kann die Hydroxylgruppe nur einmal auftreten. Von allen Elementen scheint das Osmium die höchste Wertigkeit zu besitzen. In Osmiumsäure ist es achtwertig. Die Valenztheorie ist nicht im Stande die Entstehung der Doppelsalze



zu erklären. Die Vermutung, daß molekulare Additionen gebildet werden, findet keine genügende Bestätigung. Ein Molekül Kaliumjodid verbindet sich mit zwei Atomen Jod zu Kaliumtrijodid, welches sehr unbeständig ist und durch Verdünnen seiner wäßrigen Lösung wieder in Jodkalium und freies Jod zersetzt wird. Das Antimonchlorür ist ein fester Körper, welcher, durch Einwirkung von Chlor, in das flüssige und leicht flüchtige Pentachlorid verwandelt wird.

### DIE NOMENKLATUR DER SALZE.

The names of Oxygen salts may be formed in two different ways.

1. The name of the acid becomes an adjective and, deprived of its umlaut, precedes the name of the metal.

#### EXAMPLES:

schwefelsaures Kalzium .....	calcium sulphate
phosphorsaures Magnesium .....	magnesium phosphate
kohlensaures Natrium .....	sodium carbonate
salpetersaures Silber .....	silver nitrate
unterchloriges saures Kalium .....	potassium hypochlorite
chlorsaures Barium .....	barium chlorate

The English names sulphate of magnesia, carbonate of lime, nitrate of strontia, etc., corresponding to the earlier theories of the constitution of salts, had their counterpart in German and we find in the older German works (and frequently in the dealers' price lists and market quotations of the present time) the expressions schwefelsaure Magnesia, kohlensaurer Kalk, salpetersaurer Strontian, salpetrighsaures Natron, schwefelsaure Tonerde.

Acid salts are named by adding the adjective sauer to the name of the salt.

#### EXAMPLES:

saures kohlensaures Natrium .....	acid sodium carbonate
saures phosphorsaures Kalzium .....	acid calcium phosphate

2. Recent German authors incline more towards the Latin names, the anglicized forms of which are so familiar to chemists that their use in German will be readily understood from the following examples:

Kalziumsulfat	Zinksilikat
Magnesiumphosphat	Eisensulfat
Natriumkarbonat	Eisensulfit
Silbernitrat	Kupferarsenit
Bariumchromat	Kalziumhypochlorit
Kaliumnitrit	

The following names for acid salts need no explanation:

Kalziumhydrokarbonat	hydrogen calcium carbonate
Natriumhydrosulfat	hydrogen sodium sulphate
Ammoniumhydrosulfit	hydrogen ammonium sulphite

When as a result of variations of valence the same metal forms different normal salts with the same acid, the following typical names will serve to illustrate the common usages of nomenclature:

Ferrosulfat	ferrous sulphate
Ferrisulfat	ferric sulphate
Manganosulfat	manganous sulphate
Manganisulfat	manganic sulphate
Cobaltphosphat	cobaltous phosphate
Cobaltiphosphat	cobaltic phosphate
Palladonitrat	palladous nitrate
Chromosulfat	chromous sulphate
Chromisulfat	chromic sulphate

### EXERCISE 8.

Der Kohlenstoff vereinigt sich mit dem Stickstoff zu einer gasförmigen Verbindung, welche Zyan genannt wird. Das Zyan bildet mit den Metallen Zyanide und Zyanüre. Die schweflige Säure ist zweibasisch. Die Überschwefelsäure ist einbasisch. Die Phosphorsäure ist dreibasisch. Die salzsäure löst das Zink zu Zinkchlorid auf. Die Chlorsäure ist eine leicht zersetzliche Verbindung. Das Phosphorsäureanhydrid enthält häufig Spuren von phosphorigem Säureanhydrid. Das Eisendisulfid wurde früher Zweifachschwefeleisen genannt. Das Chromsesquioxyd besitzt schwach basische Eigenschaften. Das Kalziumoxyd ist eine starke Basis. Die käufliche Soda ist gewöhnlich unrein. Sie enthält meistens schwefelsaures Natrium und Chlornatrium nebst kleinen Mengen von Kalium-, Kalzium- und Eisenverbindungen. Das chemische reine Kaliumkarbonat erhält man, wenn man eine

Lösung von reinem Kaliumhydroxyd mit Kohlensäure sättigt, die Lösung zur Trockne eindampft und den Rückstand glüht. Die Salpetersäure greift das Kupfer stark an; es bilden sich Stickoxyd, Wasser und salpetersaures Kupfer. Das letztere bleibt zuerst in Lösung, scheidet sich aber später in blauen Kristallen aus. Das kohlensaure Ammonium ist ein flüchtiges Salz, welches bei gewöhnlicher Temperatur unter teilweiser Zersetzung verdampft. Der Phosphor verbrennt an der Luft mit hell leuchtender Flamme zu Phosphorpentoxyd. Schreiben Sie zur Übung die Namen der verschiedenen Säuren des Phosphors auf. Das Roheisen ist eine Verbindung nach unbestimmten Verhältnissen von Eisen und Kohlenstoff, welche auch andere Elemente enthält. Basische Wismutsalze entstehen, wenn man ein normales Salz dieses Metalls mit Wasser zusammenbringt. Der Kalialaun ist ein Doppelsalz, welches 24 Moleküle Wasser enthält und in schönen Oktaedern kristallisiert. Das Zinkvitriol entsteht, wenn man reines Zink, resp. Zinkoxyd, in verdünnter Schwefelsäure auflöst und die Lösung bis zum Kristallisieren verdunsten läßt. Kohlensäurehaltiges Wasser löst das Blei in reichlicher Menge auf. Was geschieht, wenn man konzentrierte Schwefelsäure über festes Kaliumchlorat gießt? Ich glaube man tut am besten, sich eine Vorstellung über das Resultat zu machen, den eigentlichen Versuch aber nicht auszuführen, da eine Explosion erfolgen würde. Das Bleihyperoxyd kann man als das Anhydrid einer zweibasischen Säure betrachten. Durch Glühen von Bleioxyd mit Kalziumoxyd im Sauerstoffstrom wird das bleisaure Kalzium gebildet. Das Brom kommt als Bromide der Alkalimetalle in den Salzquellen vor, welche im westlichen Teil von Pennsylvanien verbreitet sind. Zur Gewinnung des Broms wird die Mutterlauge, welche bei der Salzerzeugung erhalten wird, mit Schwefelsäure und Kaliumchlorat destilliert, wobei das Brom als roter Dampf übergeht, um mittelst eines passenden Kühlapparates als eine tiefrote Flüssigkeit verdichtet zu werden. Beim Löschen des Kalkes wird eine große Wärmemenge entwickelt und es bildet sich Kalziumhydroxyd. Das Selen brennt mit intensiv blauer Flamme. Es entsteht hierbei das selenige Säureanhydrid.

Das unterchlorige saure Kalzium verwandelt sich beim Erhitzen in Chlorkalzium. Der Kupferhammerschlag ist ein Gemenge von Kupferoxyd mit Kupferoxydul. Bei hoher Temperatur vereinigt sich das Magnesium mit Stickstoff zu einer Verbindung, welche sich bei Gegenwart von Wasser wieder zersetzt, unter Bildung von Magnesiumhydroxyd und Ammoniakgas. Das Magnesium kann deswegen bei hoher Temperatur als ein Absorptionsmittel für Stickstoff dienen. Wenn man eine Lösung von essigsauerm Blei mit Bleioxyd kocht, so erhält man den Bleiessig in Lösung.

### EXERCISE 9.

Das Kalziumhydroxyd ist eine starke Basis. Es verhält sich dem Kaliumhydroxyd in mancher Beziehung ähnlich, ist aber wenig löslich in Wasser. Das Zinkhydroxyd hat auch basische Eigenschaften; es verbindet sich mit Säuren und bildet dabei neutrale Salze. Das Aluminiumhydroxyd verbindet sich mit Säuren und auch mit Basen und kann daher entweder als eine Säure oder als eine Basis betrachtet werden. In den meisten seiner Salze spielt es die Rolle einer Basis. Wenn der basische Wasserstoff einer Säure durch ein Metall ersetzt wird, so entsteht ein Salz. Es resultiert ein normales Salz, wenn der Wasserstoff der Säure gänzlich durch Metallatome ersetzt wird. Wird dieser Wasserstoff nur teilweise durch Metallatome ersetzt, so nennt man die resultierende Verbindung ein saures Salz. Wenn man Ammoniakgas in Wasser einleitet, so erhält man eine Lösung, welche in vielen Beziehungen die Eigenschaften der Kalilauge besitzt. Die Lösung rötet Phenolphthalein, zersetzt die Tier- und Pflanzenfette und erzeugt Niederschläge in den Lösungen der Salze der meisten Schwermetalle. Das Kohlen-säureanhydrid verbindet sich nicht mit wasserfreiem Kalziumoxyd. Um eine Reaktion zwischen diesen Körpern einzuleiten, muß man Wasser zusetzen. Der Kalk zersetzt das Chlorammonium, unter Bildung von Chlorkalzium, Wasser und Ammoniak. Das Natriumhydroxyd absorbiert Kohlensäure aus der Luft. In feuchter Luft ist es zerfließlich. Das Barium-

karbonat fällt aus Eisenchloridlösungen das Eisenhydroxyd als einen rotbraunen flockigen Niederschlag aus, welcher sich langsam zu Boden setzt. Die Tonerde ist ein Bestandteil des Kaolins. Das rote und das gelbe Quecksilberoxyd scheinen isomere Verbindungen zu sein. Das Kupferoxydul wandelt sich beim Glühen an der Luft in Kupferoxyd um. Das Silbersulfid wird beim Glühen in Wasserstoff zu metallischem Silber reduziert. Das Antimonpentoxyd besitzt die Eigenschaften eines Säureanhydrids. Das Eisenhydroxydul oxydiert sich an der Luft zu Eisenhydroxyd. Die Zinnoxysalze lassen sich nur schwierig zu Zinnoxysalzen reduzieren. Der Bergkristall besteht aus reinem Kieselsäureanhydrid. Der Schmirgel ist unreine Tonerde. Die salpetersauren Salze sind meistens in Wasser löslich. Das Kalziumphosphat ist der Hauptbestandteil der Knochenasche. Die Knochenkohle, ein Gemisch von diesem Salz mit Kohlenstoff, dient als ein wirksames Entfärbungsmittel bei der Zuckerfabrikation. Das Magnesium brennt an der Luft zu Magnesiumoxyd, welches früher Magnesia genannt wurde. Beim Glühen an der Luft wird das Eisen mit einer Oxydschicht bedeckt. Das Anlaufen der Metalle beruht gewöhnlich auf einer Oxydbildung. Mit Ausnahme gewisser Fluoride, sind die meisten Halogenverbindungen der Metalle in Wasser löslich. Das Magnesiumoxyd ist sehr feuerbeständig. Es dient als Ofenfütterung bei der Stahlfabrikation. Das Bleihyperoxyd bildet Salze, welche Plumbate genannt werden. Das Thoriumoxyd dient, in Verbindung mit Zeriumoxyd, zur Fabrikation der Glühstrümpfe, welche bei der Glühlichtbeleuchtung Verwendung finden. Diese Oxyde gehören zur Klasse der sogenannten Edelerden, deren Erze nur selten vorkommen. Eine ammoniakalische Lösung von Silbernitrat wird durch Kohlenoxyd reduziert. Dabei wird das Silber als schwarzes Pulver gefällt. Formaldehyd verursacht eine ähnliche Reduktion; das gefällte Metall erscheint aber in diesem Falle als ein schöner Spiegel an der Gefäßwand. Aus Kadmiumsalslösungen schlägt Ammoniumhydroxyd einen weißen Niederschlag von Kadmiumhydroxyd nieder, welcher von einem Überschuß des Fällungsmittels wieder aufgelöst wird.

Das Eisenchlorid wird beim Kochen seiner neutralen oder schwachsauren Lösung in ein basisches Salz verwandelt. Der Kalialaun ist ein Doppelsalz, welches sich in grossen Kristallen ausscheidet, wenn konzentrierte Lösungen von schwefelsaurem Kalium und schwefelsaurem Aluminium zusammengemischt werden. Die Härte des in der Natur vorkommenden Wassers rührt gewöhnlich von Kalzium- und Magnesiumsalzen her. Das Regenwasser ist immer sehr weich. Durch Oxydation des in den Steinkohlen enthaltenen Schwefelkieses, erlangt das aus den Kohlengruben ausfließende Wasser stark saure Eigenschaften.

### EXERCISE 10.

Die Schwefelsäure wird durch die Einwirkung des Kupfers bei höherer Temperatur zu schwefliger Säure reduziert. Beim Vorhandensein von Wasser, bildet das Stickstoffdioxyd ein Gemisch von salpetriger Säure und Salpetersäure. Die salpetrige Säure zersetzt sich in das salpetrige Säureanhydrid und Wasser. Von den zwei Oxyden des Kohlenstoffs zeigt das höhere die Eigenschaften eines Anhydrids. Das niedrigere verhält sich vollkommen neutral. Die reine Kohlensäure ist nicht bekannt, weil diese Säure, selbst in verdünnter Lösung, nicht beständig ist und eine Zersetzung in Kohlendioxyd und Wasser erleidet. Das Kalziumphosphat ist ein Hauptbestandteil der Knochenasche. Die Salpetersäure wird fabrikmäßig dargestellt, indem man Natriumnitrat mit Schwefelsäure erhitzt. Bei diesem Prozeß bilden sich Natriumhydrosulfat und Salpetersäure, welche in Dampfform entweicht, um in einem Kühlapparat zu einer Flüssigkeit verdichtet zu werden. Leitet man Chlor in eine siedende Lösung von Kaliumhydroxyd ein, so entstehen Kaliumchlorat und Kaliumchlorid. Beim Eindampfen der Lösung scheidet sich das Kaliumchlorat in Kristallen aus, während das Chlorid in Lösung bleibt. Das Bariumchlorat in wäßriger Lösung wird durch Schwefelsäure zersetzt; Bariumsulfat wird gefällt und es bleibt Chlorsäure in Lösung. Das phosphorsaure Natrium dient als ein nützliches Reagens in der analytischen Chemie. Das Ammoniumhydroxyd neutralisiert die Bromsäure. Das resul-

tierende Salz ist bromsaures Ammonium. Die Vitriole haben die Neigung, sich mit schwefelsaurem Kalium zu vereinigen und Doppelsalze zu bilden, welche sechs Moleküle Kristallwasser enthalten. Wenn man diese Doppelsalze erhitzt, so entweicht das chemisch gebundene Wasser. Die Metaphosphorsäure geht durch Aufnahme von Wasser in Pyrophosphorsäure über und diese verwandelt sich durch weitere Wasseraddition in Orthophosphorsäure. Eine Kerze brennt in Chlorgas mit dunkelroter rußender Flamme. Hierbei verbindet sich das Chlor mit dem Wasserstoff des Kerzenmaterials zu Chlorwasserstoff<sup>1</sup> und der Kohlenstoff wird in Form von Ruß in Freiheit gesetzt. Die Überchromsäure ist eine unbeständige Verbindung. Sie entsteht, wenn man Wasserstoffhyperoxyd zu einer mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Chromsäure hinzufügt. Das Stickoxyd besitzt keine sauren Eigenschaften. Das Eisenoxyd löst sich in Salzsäure zu Eisenchlorid auf. Der Quarz ist das Anhydrid der Kieselsäure. Die geglühte Tonerde ist unlöslich in Mineralsäuren. Durch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs wird die Arsensäure zu arseniger Säure reduziert.

## EXERCISE II.

Die Jodsäure besitzt eine starksaure Reaktion gegen Pflanzenfarbstoffe. Sie rötet Lakmus, und entfärbt das gerötete Phenolphthalein. Der Kalialaun dient als ein gutes Beispiel von einem Doppelsalz. Die Chromsäure geht sehr leicht beim Verdampfen ihrer Lösung in Chromsäureanhydrid über und beim stärkeren Erhitzen wandeln sich die roten Kristalle in ein grünes Pulver—das Chromozyd—um. Die schweflige Säure ist ein kraftiges Reduktionsmittel. Eine verdünnte Lösung dieser Säure läßt fortwährend schwefliges Säureanhydrid entweichen. Der Ton ist ein unreines kieselsaures Aluminium. Das Aluminium kann daraus gewonnen werden. Die Borsäure erteilt der Bunsenschen Flamme eine grüne Farbe. Diese Flammenreaktion ist besonders charakteristisch. Die Arsensäure ist weniger giftig als die arsenige Säure. Die Kohlensäure kommt in den meisten natürlichen Wässern vor. Das saure kohlen saure Natrium verwandelt

sich beim Erhitzen seiner Lösung in das normale Salz. Das salpetersaure Silber findet Anwendung in der Photographie. Bei Gegenwart von organischen Körpern schwärzt es sich in Sonnenlicht. Bei der Explosion von einem aus Wasserstoff und Luft bestehenden Gemisch entstehen geringe Mengen von Salpetersäure. Das unterchlorigsaurer Kalzium entsteht durch die Einwirkung von Chlor auf gelöschten Kalk. Durch die Einwirkung von Jod auf Natriumthiosulfat in wässriger Lösung entstehen Natriumtetrathionat und Natriumjodid. Die Überchromsäure ist noch nicht in reiner Form dargestellt worden. Ihre Eigenschaften sind daher bis jetzt nur wenig bekannt. Das Stickoxydul erhält man durch Erhitzen von salpetersaurem Ammonium. Die Überschwefelsäure kann man auf elektrochemischem Wege erhalten, indem man eine Lösung von schwefelsaurem Kalium in Schwefelsäure elektrolysiert. Das überschwefelsaure Kalium scheidet sich an dem positiven Pole in Krystallen ab. Das Wasserglas ist eine konzentrierte Lösung von kieselsaurem Natrium. Die kieselsauren Salze der Erdalkalimetalle sind unlöslich in Wasser. Das essigsaurer Blei (auch Bleizucker genannt) enthält drei Moleküle Krystallwasser. Dieses Krystallwasser verliert es beim Erhitzen auf dem Wasserbade. Dabei zerfallen die Krystalle zu einem Pulver. Das wasserfreie Salz stellt ein weißes Pulver dar. Dieses getrocknete Salz, mit Azetylchlorid behandelt, liefert Essigsäureanhydrid. Das Ferrozyankalium erzeugt mit Eisenchlorid in mäßig verdünnter Lösung einen schönen blauen Niederschlag von Berliner Blau.

### DAS STUDIUM DER CHEMIE.

Guten Morgen, Herr Professor! Sind Sie heute sehr beschäftigt? Ja, ich habe immer viel zu tun. Hier in diesem Apparat stelle ich Nitrobenzol dar. Hier mache ich eine Analyse von Kupferkies und dort auf dem Tisch steht ein Apparat zur Bestimmung von Fett in Kaffeebohnen. Hier sehen Sie die Kolleghefte der Studierenden, die meine Vorlesungen belegen. Die muß ich durchlesen und die darin vorkommenden Fehler korrigieren. Ist es denn möglich, Herr Professor, daß Sie so



viele Arbeiten zu gleicher Zeit ausführen können? Gewiß, man kann sehr viel auf einmal tun, wenn man nur nicht fortwährend gezwungen wird über seine Arbeit zu reden. Was wünschen Sie denn? Ich möchte Sie bitten, Herr Professor, mir ein gutes Buch über Chemie zu empfehlen. Was für ein Buch wollen Sie denn lesen, ein Buch für Anfänger oder ein wissenschaftliches Buch für Vorgeschrittelene? Ich möchte ein gründliches Buch lesen, weil es meine Absicht ist später, Chemiker zu werden. Wenn Sie die Chemie wirklich studieren wollen, so rate ich Ihnen die Experimentalchemie zuerst auf einer Schule und später an einer Universität durchzumachen. Gute Lehrbücher über Elementarchemie gibt es in grosser Auswahl. Während Sie mit Ihren Studien fortschreiten, müssen Sie sich mit der Journal-literatur vertraut machen. Ich würde Ihnen die Abhandlungen in der Zeitschrift für anorganische Chemie und in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft empfehlen. Jeder Chemiker sollte es verstehen sich in der chemischen Literatur zu orientieren. Sie können dann auf eine chemische Zeitschrift abonnieren und Sie würden gut tun Mitglied einer chemischen Gesellschaft zu werden. In den Versammlungen solcher Gesellschaften kommen viele wissenschaftliche Fragen zur Besprechung und der Verkehr mit den Männern der Wissenschaft wird Ihnen sehr lehrreich sein. Sie müssen während Ihrer ganzen Studienzeit Übung in einem Laboratorium haben, und es ist besonders notwendig, daß Sie gründliche Kenntnisse in der analytischen Chemie erlangen. Um die Chemie mit Vorteil zu studieren, muß man die geeignete Vorbildung besitzen. Man darf auch nicht vergessen, daß der Chemiker allgemeine Kenntnisse der Mineralogie, der Geologie, der Botanik und der Physik haben muß. In der theoretischen Chemie und in der physikalischen Chemie spielt die Mathematik eine besonders wichtige Rolle. „Wer nur Chemie versteht, versteht auch diese nicht,“ sagte Lampadius.\* Es ist aber nicht ratsam sich mit zu vielen Fächern abzugeben. Das Hauptziel müssen Sie immer vor Augen haben und das ist, nach einer gründlichen Ausbildung

\* Professor der Chemie und Hüttenkunde in Freiberg, 1794.

in Ihrem Hauptfach, der Chemie, zu streben. Suchen Sie möglichst selbständig zu arbeiten und zu denken und, wenn Sie mit Ausdauer und Geduld meinen Rat befolgen, so wird der Erfolg nicht ausbleiben. Sie müssen sich hüten beim Antritt in Ihre Studien sich einem speziellen Zweig dieser Wissenschaft zu widmen. Streben Sie vielmehr nach gründlichen Kenntnissen der allgemeinen Chemie und dann können Sie sich später darüber entscheiden, wie Sie Ihre Erfahrungen und Kenntnisse zur Anwendung bringen müssen. Wie ich Ihnen gesagt habe, müssen Sie Ihre Studien ernsthaft und mit Ausdauer verfolgen. Sie müssen sich aber daran gewöhnen, nach Verrichtung Ihrer Tagesarbeit, Ihre Bücher gänzlich beiseite zu legen und anderweitige Betätigung zu suchen und durch tüchtige Leibesübungen, z. B. durch Pferde- oder Fahrradreiten, Ballspiel, Schwimmen, Schlittschuhlaufen u. s. w., ein kräftiger gesunder Mann zu werden. Ich habe einmal einen jungen Freund gehabt, der—

Aber, Herr Professor, Ihr Apparat kocht sehr stark! Ach! da platzt mein Kolben, meine Kupferkiesanalyse ist verdorben. Das Nitrobenzol ist übergekocht. Die saure Flüssigkeit ist auf meine Hefte gespritzt und hat sie ruiniert. Die Studenten kommen eben zur Vorlesung in den Hörsal herein und meine Vorbereitungen sind noch nicht vollendet. Ich wünsche guten Tag!

## DIE BIBLIOTHEK.

Guten Morgen, Herr Bibliothekar, haben Sie in Ihrer Bibliothek viele Bücher über Chemie? Gewiß, mein Herr, wir haben chemische Werke in großer Auswahl. Suchen Sie sich irgend ein chemisches Werk aus, das in unserem Katalog verzeichnet steht, und ich werde es Ihnen gleich vorlegen. Die neuesten Erscheinungen auf dem Gebiete der Chemie werden Sie auf diesem Tisch finden. Die älteren sind in den Bücherräumen in Reihen aufgestellt. Die laufenden Nummern der verschiedenen chemischen Zeitschriften finden Sie hier in diesem Schrank. Unser Katalog umfaßt viele Werke in allen modernen Sprachen. Wir haben auch eine Anzahl Werke über Alchemie, welche für den Chemiker von großem historischem Interesse sind. Unsere

Bücher werden nicht ausgeliehen. Man hat aber jede Gelegenheit sie in dem Lesezimmer zu gebrauchen und zwar täglich von neun Uhr morgens bis zehn Uhr abends. Was für ein Buch wünschen Sie? Haben Sie Graham-Ottos Lehrbuch der anorganischen Chemie? Ja, wir haben die erste Auflage. Die erste Auflage ist veraltet und behandelt die Chemie nicht von dem modernen Standpunkte. Die neuere Auflage haben wir leider noch nicht. Haben Sie Dammers Handbuch der anorganischen Chemie? Ja, das haben wir. Es ist ein sehr bedeutendes Werk welches im Jahre 1894 in vier Bänden erschien. Der Verfasser behandelt die Chemie der chemischen Elemente und ihrer einfachen Verbindungen in sehr ausführlicher Weise. Jeder Band dieses Werkes enthält eine alphabetische Inhaltstabelle, welche den Wert des ganzen Werkes vermehrt. Der später erschienene Supplementband zu diesem Werke ist schon bei dem Verleger bestellt worden, wir haben ihn aber noch nicht erhalten. Haben Sie Bunsens gasometrische Methoden? Ja, wir haben die deutsche Ausgabe und auch die englische Übersetzung desselben. Das Buch ist nicht vergriffen; es ist bei den Buchhändlern vorrätig zu finden. Haben Sie die dritte Auflage von Landolt und Börnsteins physikalisch-chemische Tabellen? Ja, das kann ich Ihnen zeigen und ich würde es Ihnen besonders empfehlen, wenn Sie physikalische Konstanten aufsuchen wollen. Der Chemiker-Kalender ist ein kleineres Werk von ähnlichem Inhalte, welches durch sein reichhaltiges Material charakterisiert ist. Es enthält leider keine alphabetische Inhaltstabelle, was den Wert desselben sehr verringert.

Die Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft werden Sie wohl haben. Freilich, wir haben dieselben vom ersten Jahrgang an. Die Berichte enthalten hauptsächlich die Verhandlungen der deutschen chemischen Gesellschaft. Es erscheinen 18 bis 20 Hefte jährlich. Bis zum Jahre 1896 wurden Referate über chemische Aufsätze in anderen Zeitschriften in die Verhandlungen der Gesellschaft einverleibt. Seit jener Zeit sind die Referate ausgelassen. Die in den Berichten enthaltenen Artikel sind meistens aus der organischen Chemie. Haben Sie Jahns

Grundsätze der Thermochemie? Ja, wir haben die alte und auch die neue Auflage. Haben Sie den Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie? Ja, wir haben sämtliche Bände desselben. Es ist ein bedeutendes Werk und umfaßt alle Zweige der technischen Chemie und Metallurgie. Ich möchte Sie bitten mir ein gutes Buch über organische Chemie zu empfehlen. Die Literatur über organische Chemie ist so reichhaltig, daß es nicht leicht ist, sich für ein bestimmtes Buch zu entscheiden. Ich würde Ihnen raten unsere Werke in diesem Fach zu durchblättern und sich selbst ein Buch auszuwählen. Sie würden den Alphabetzettelkasten auch sehr behülflich finden, wenn Sie Auskunft über einzelne Bücher suchen. Hier haben wir Ostwalds Werke. Darunter werden Sie viel Interessantes finden. Ich kann Ihnen sein Lehrbuch der allgemeinen Chemie besonders empfehlen. Hier ist unsere Abteilung für Alchemie. Darin gibt es eine Anzahl Bücher über den Stein der Weisen. Die Literatur über die Geschichte der Chemie ist in unserer Bibliothek sehr gut vertreten. In den älteren Nummern der verschiedenen chemischen Zeitschriften kommen Abhandlungen von historischem Interesse vor. Hier sind die belletristischen Blätter.<sup>1</sup> Hier ist eine Sammlung von Broschüren über Chemie. Viele davon sind Separatabdrücke von Abhandlungen aus allen Zweigen der reinen und angewandten Chemie und den verwandten Wissenschaften. Die Verhandlungen der verschiedenen Kongresse für angewandte Chemie sind uns eben vom Buchbinder zurückgekommen. Wörterbücher und Enzyklopädien finden Sie hier. Ich bitte Sie unsere Bibliothek öfters zu besuchen und ich hoffe, daß Ihnen die Bücher bei Ihren Studien recht dienlich sein werden.

# EIN BESUCH BEI DER FIRMA SCHMITT, SCHWEFEL- MEYER UND KOMPAGNIE, AKTIENGESELL- SCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG.<sup>2</sup>

Umfangreiches Lager von Chemikalien und wissenschaftlichen  
Was für ein Geschäft hat diese Firma? Sie besitzt ein  
Apparaten jeder Art, und verkauft ihre Waren im großen und

im kleinen.<sup>1</sup> Sie hat ihre eigenen Fabriken wo Laboratoriumsgeräte aus Glas und Porzellan hergestellt werden. Sie liefert alles, was zur Einrichtung eines Laboratoriums nötig ist, und ist jederzeit bereit Kostenanschläge zu machen. Sie hat ihre Werkstätten zur Ausführung von allerlei Reparaturen, sowie auch ihre Etablissements zur Herstellung von organischen und anorganischen Präparaten. Ihre chemischen Reagenzien werden in Hochschul-, Hütten- und landwirtschaftlichen Versuchslaboratorien im In- und Auslande gebraucht. Die Hauptgeschäftsstelle der Gesellschaft befindet sich im ersten Stockwerk dieses Gebäudes. Hier im Erdgeschoß ist ihr Verkaufsladen, wo man eine reichhaltige Sammlung von Proben vorfindet. Sie hat ihre Vertreter in den Hauptstädten aller Länder. Ich möchte Sie um eine Preisliste Ihrer Waren bitten. Gewiß, die können Sie gleich haben. Aus diesem Verzeichnis werden Sie ersehen daß wir alles nach metrischem Maß verkaufen. Bei jeder Preisangabe müssen die Kosten der Verpackung extra berechnet werden. Nach Zurücksendung der leeren Flaschen oder Ballons wird der Preis derselben unseren Kunden zugute geschrieben. Was kostet das Kilogramm Schwefelsäure? Die Schwefelsäure haben wir in allen Zuständen der Reinheit. Wir haben die sogenannte englische, 66-gradige, 98½-prozentige Schwefelsäure, von mehr oder weniger dunkler Farbe, welche entweder arsenhaltig oder arsenfrei zu beziehen ist. Dann haben wir auch die chemisch reine Säure, welche nur unbedeutende Spuren der gewöhnlichen und zu erwartenden Verunreinigungen enthält. Der Verkaufspreis dieser Säuren richtet sich nach den gegenwärtigen Marktzuständen. Wir führen auch die unreine Kammersäure,<sup>2</sup> welche wegen ihres billigen Preises viel verlangt wird, wo es nicht auf höchste Konzentration ankommt. Die Schwefelsäure wird gewöhnlich in Dritthalbliterflaschen, in Ballons und in Stahltrommeln verpackt. Haben Sie die flüssige Kohlensäure? Ja, wir haben eine besondere Abteilung für komprimierte Gase. Die flüssige Kohlensäure haben wir vorrätig. Dieselbe wird nur in Stahlbomben verkauft. Sie darf aber nicht auf den gewöhnlichen Güterzügen transportiert wer-

den, weil sie von den Eisenbahnverwaltungen zu den explosiven und feuergefährlichen Körpern gerechnet wird. Haben Sie Ätznatron? Ja, wir haben das käufliche Natriumhydroxyd in groben Stücken. Wir haben es auch in Pulverform. Das chemisch reine, in Flaschen, zu je ein Kilogramm, Nettogewicht, kostet Ihnen 4 Mark pro Kilogramm. Ich möchte Sie besonders aufmerksam machen auf unsere reinen Reagenzien. Wir fabrizieren Salzsäure von vorzüglicher Qualität. Sie ist von ungewöhnlicher Reinheit und taugt zu den feinsten analytischen Arbeiten und zu allen medizinischen Zwecken. Unsere Fabriken stehen unter der Leitung erfahrener Chemiker und wir sind immer in der Lage die Reinheit unserer Produkte schriftlich zu garantieren. Unsere Porzellanschalen zeichnen sich durch eine sehr harte und dauerhafte Glasur aus und sind bei den Herrn Analytikern sehr beliebt. Ich möchte Sie bitten diese Waren, etwas näher zu betrachten. Wir haben auch eine Abteilung für Mineralogie und darin finden Sie Mineralien und Gesteine in großer Auswahl aus allen bekannten Fundstätten Europas. Auswahlsendungen<sup>1</sup> stellen wir bereitwillig zusammen. Unsere Kristallmodelle aus Glas sowie aus Holz finden allgemeine Anwendung im mineralogischen Unterricht. Unsere Preislisten stehen Ihnen jederzeit zu Diensten. Wir ersuchen Sie um Ihre gütigen Bestellungen und versprechen Ihnen sorgfältige Bedienung.

### DAS AUFLÖSEN DER KÖRPER.

Bei vielen chemischen Prozessen ist es von Wichtigkeit einen Körper in Lösung zu bringen. Zu diesem Zweck kommen verschiedene Lösungsmittel zur Anwendung. Das am meisten gebrauchte ist das reine Wasser. Wenn der Körper in Wasser löslich ist, so bringst man ihn mit einer passenden Menge Wasser zusammen. Der Auflösungsprozeß wird dadurch befördert, daß man die Flüssigkeit mit einem Glasstab umrührt oder das Gefäß schüttelt. Bei nichtflüchtigen Körpern ist das Erwärmen vor-  
teilhaft. In Pulverform lösen sich die meisten Körper leichter. Um Salzkristalle aufzulösen zerreibt man die Kristalle in einem

Mörser, bringt das so erhaltene Pulver in eine Porzellanschale oder in ein Becherglas, setzt ein gemessenes Volumen Wasser hinzu und erwärmt auf dem Wasserbad. Manche anorganische Salze sind in Wasser leicht löslich. Wir erwähnen als Beispiele das schwefelsaure Kupfer, das salpetersaure Silber und das kohlensaure Natrium. Andere dagegen haben eine sehr geringe Löslichkeit in Wasser. Als Beispiele von schwerlöslichen Körpern seien angeführt das Bleichlorid, das Kupferchlorür, das Kaliumplatinchlorid und das schwefelsaure Kalzium. Viele Körper, welche sich als unlöslich in Wasser erweisen, lassen sich leicht in Lösung bringen, wenn man sie mit verdünnter Salzsäure behandelt. Der Auflösungsprozeß besteht dann gewöhnlich in einer chemischen Zersetzung unter Bildung von einer löslichen Chlorverbindung. Es löst sich z. B. das kohlensaure Kalzium in Salpetersäure, unter Freiwerden von Kohlensäure, zu salpetersaurem Kalzium, auf. Das Eisenoxyd löst sich in Salzsäure zu Eisenchlorid auf. In Beziehung auf den Ausdruck, „unlöslich,“ ist zu bemerken, daß ein in Wasser absolut unlöslicher Körper zu den Seltenheiten gehört. Die meisten sog. unlöslichen Körper lösen sich doch, wenn auch in sehr geringer Menge, in Wasser sowie in anderen Flüssigkeiten, auf. Viele organische Körper lösen sich leichter in Alkohol als in Wasser auf. Als geeignete Auflösungsmittel für gewisse Körper sind auch Äther, Benzol, Petroleumäther, Chloroform und Azeton zu erwähnen. Die obengenannten organischen Auflösungsmittel sind meistens flüchtig und man muß sie in verschlossenen Kolben oder Flaschen anwenden um Verluste zu vermeiden. Die Alkalimetalle lösen sich in Wasser unter Entwicklung von Wasserstoff zu Hydroxyden auf. In ähnlicher Weise werden sie in Alkohol als Alkoholate aufgenommen. Viele Metalle werden durch Salzsäure gelöst. Es findet hierbei eine chemische Zersetzung statt; der Wasserstoff der Säure wird durch das Metall ersetzt unter Bildung von einem Salz und der Wasserstoff wird in Freiheit gesetzt. Das Gold löst sich in Königswasser, (welches durch Zusammenbringen von Salzsäure und Salpetersäure erhalten wird) zu Goldchlorid auf. Das Eisen wird selbst von sehr

schwachen Säuren gelöst. Die im Flußwasser natürlich vorkommende Kohlensäure genügt um eine auflösende Wirkung auf metallisches Eisen auszuüben. Gewisse Gasarten sind auch leicht löslich in Wasser. Ihre Löslichkeit ändert sich mit der Temperatur und wird durch die Wärme vermindert. Beim Erwärmen ihrer gesättigten Lösungen wird ein Teil des gelösten Gases ausgetrieben. Wie bei gewissen festen Körpern, so kann es auch geschehen, daß ein Gas, beim Zusammentreffen mit Wasser, sich mit diesem zu einer Verbindung vereinigt. Das Ammoniakgas verbindet sich mit Wasser zu einem dem Kaliumhydroxyd ähnlichen Körper und daraus erklären sich die bedeutende Löslichkeit dieses Gases und die chemischen Eigenschaften der resultierenden Lösung.

### DAS FILTRIEREN.

Der Prozeß des Filtrierens dient im allgemeinen dazu, um feste Körper in feiner Zerteilung aus einer Flüssigkeit zu entfernen. In manchen Fällen, besonders wenn der zu entfernende Körper nicht zu fein zerteilt ist, erhält man ein genügend klares Filtrat, wenn man ein Tuch als Filtriermaterial anwendet. Dann heißt der Prozeß Kolieren. Die Flüssigkeit wird koliert. Bei der chemischen Analyse ist es oft nötig einen Niederschlag von einer Flüssigkeit zu trennen. Zu diesem Zwecke wählt der Chemiker einen Trichter mit lang ausgezogener Spitze. Das zu verwendende Filtrierpapier muß von dichter Textur sein, um das Durchlaufen des Niederschlags zu verhindern. Die Fabrikanten liefern rund geschnittene Filter verschiedener Größe, welche schon durch Behandeln mit Salzsäure und Flußsäure, von Mineralkörpern befreit worden sind. Solche Filter von 12 bis 15 Zentimeter Durchmesser hinterlassen beim Einäschern kaum mehr als ein Milligramm Rückstand pro Quadratdezimeter. Das Einsetzen des Filters in den Trichter erfordert Geschicklichkeit und Übung. Man muß dafür sorgen, daß das Filter dicht an die Wand des Trichters gepreßt wird und daß während des Filtrierens die Wassersäule im Trichterrohr stehen bleibt. Niederschläge von sehr feinkörniger Beschaffenheit, etwa wie frisch gefälltes Bariumsulfat und Kalziumoxalat, können leicht



durch das feinste und dichteste Filtrierpapier hindurchlaufen, und man sucht sie durch mehrstündiges Erhitzen und tüchtiges Umrühren in einen Zustand zu bringen, in welchem sie von dem Filter besser zurückgehalten werden. Niederschläge, welche sich schnell zu Boden absetzen und welche in Wasser beinahe oder ganz unlöslich sind, wäscht man gewöhnlich am besten durch Dekantieren aus. Man gießt die fast klare Flüssigkeit auf das Filter ohne den Niederschlag aufzurühren, setzt Wasser zu dem auf dem Boden des Gefäßes gebliebenen Niederschlag, rührt um, läßt absitzen und gießt wieder ab. Durch mehrmalige Wiederholung erhält man schließlich den Niederschlag in sehr reinem Zustande. Man bringt ihn sodann auf das Filter. Gewisse Körper in Lösung adhäreren hartnäckig an einem Niederschlag und können gewöhnlich nur durch lang dauerndes Waschen entfernt werden. Durch Anwendung der Saugpumpe läßt sich das Filtrieren sehr beschleunigen. In Folge des hohen Druckes, welcher hierdurch bewirkt wird, wird der feuchte Niederschlag so zusammengepreßt, daß er nicht leicht vollkommen auszuwaschen ist. Dies ist besonders der Fall bei flockigen Niederschlägen. Man zieht es daher vor, womöglich, ohne Saugfilter zu arbeiten. Die Größe des Filters richtet sich zweckmäßig nach der Menge des Niederschlags und nicht nach der Menge der zu filtrierenden Flüssigkeit. Bei quantitativen Arbeiten empfiehlt es sich das ablaufende Filtrat an der Wandung des Gefäßes herunterströmen und nicht auf die Oberfläche der Flüssigkeit fallen zu lassen, damit keine Tropfen hinausgeschleudert werden. Das Auswaschen eines Niederschlags geschieht am besten mit Hilfe von heißem Wasser. Während des Auswaschens prüft man das durchlaufende Waschwasser von Zeit zu Zeit auf Reinheit, durch Eindampfen einiger Tropfen auf einem Uhrglase. Bei genügender Reinheit des Niederschlags hinterläßt das Waschwasser keinen sichtbaren Rückstand, wenn man einige Tropfen zu dieser Probe verwendet. Wenn die ursprüngliche Flüssigkeit ein Chlormetall enthielt, so prüft man vorteilhaft mittels Silbernitratlösung auf Chlor. Das Verschwinden der Chlorreaktion bezeugt, daß das Auswaschen vollendet ist.

Wenn größere Mengen einer Flüssigkeit zu filtrieren sind, so wendet man zweckmäßig ein Faltenfilter an. Um das trübe Flußwasser zu filtrieren muß man sich eines Klärmittels bedienen. Man setzt zu dem Rohwasser eine kleine Menge Alaun, resp. Aluminiumsulfat. Die feinen Schlammteilchen werden unter dem Einfluß dieses ausgezeichneten Koagulierungsmittels in Flocken gefällt und lassen sich dann sehr leicht durch ein Sand- oder Papierfilter entfernen. Oder man kann ein Eisenoxydsalz zu demselben Zweck gebrauchen. Die Knochenkohle dient auch als ein bequemes Koagulierungsmittel beim Filtrieren gewisser organischer Flüssigkeiten und erleichtert die Filtration.

### DAS EINDAMPFEN EINER FLÜSSIGKEIT.

Das Eindampfen einer Salzlösung geschieht am besten in einer flachen unbedeckten Schale. Man erhitzt die Schale nicht über einer Flamme sondern auf einem Wasserbad. Alkalische Flüssigkeiten greifen das Email der Porzellangefäße stark an. Deshalb dampft man sie zweckmäßig in Platin- oder Silberschalen ein. Das Silber löst sich in Salpetersäure auf und das Platin ist in Königswasser ziemlich leicht löslich. Gefäße aus diesen Metallen taugen daher nicht zum Konzentrieren solcher Säuren. Kleine gläserne Abdampfschalen lassen sich mit Vorteil zum Eindampfen saurer Flüssigkeiten anwenden. Wenn größere Flüssigkeitsmengen zu behandeln sind, so gebraucht man Gefäße aus Porzellan. Sehr große Abdampfschalen, von mehreren hundert Liter Inhalt, werden aus Steingut hergestellt und finden ihre Anwendung in der chemischen Industrie. Ehe man eine Schale oder ein sonstiges Gerät gebraucht, muß man sie zuerst mit destilliertem Wasser ausspülen. Die einzudampfende Flüssigkeit wird eingegossen und die Schale wird auf einem Wasserbad erhitzt. Das Wasser im Wasserbad soll im gelinden Sieden gehalten werden und darf nicht große Dampfblasen weg-  
fen. Wenn man die Lösung zur Trockne eindampft, so erhält man die ganze Menge des gelösten Salzes als festen Rückstand. Wenn man dagegen das Eindampfen der Salzlösung nicht zu weit führt, so scheidet sich ein Teil des Salzes, und zwar in der

Regel, in Kristallen aus. Das Eindampfen starker Säuren muß unter dem Dunstabzug ausgeführt werden, um die belästigenden Dämpfe durch den Kamin wegführen zu können. Manche Körper haben eine starke Anziehungskraft zum Wasser. Sie ziehen Wasser aus der Luft an. Sie sind hygroskopisch oder sogar zerfließlich. Ein zerfließlicher Körper läßt sich in der Regel nicht auf dem Wasserbad von Wasser befreien und die Lösung muß in diesem Falle über freiem Feuer oder auf einem Sandbade eingedampft werden. Der getrocknete Rückstand muß dann sofort in eine gutverschließbare Flasche gebracht werden. Wenn der Körper Kristallwasser enthält, so kann es geschehen, daß er beim Trocknen einen Verlust seines Wassers erleidet. Er verwittert und zerfällt endlich zu einem amorphen Pulver. Die Kristalle des Kupfervitriols verwittern in trockener Luft und verwandeln sich allmählich in ein blaugraues Pulver. Das Eindampfen einer Salzlösung kann auch (allerdings viel langsamer) bei gewöhnlicher Temperatur geschehen. Die in einer Schale befindliche Flüssigkeit wird einfach der Luft ausgesetzt. Das Wasser verdunstet und es bleibt der ursprünglich gelöste Körper gewöhnlich als eine kristallinische Salzmasse zurück. Oder man stellt die Schale unter eine Glocke worin sich ein mit Schwefelsäure gefülltes Gefäß befindet. Der entstehende Wasserdampf wird durch die Schwefelsäure absorbiert und das Verdunsten geht verhältnismäßig schneller vor sich. Bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft wird das Verdampfen einer wäßrigen Lösung sehr verlangsamt. Bei vermindertem Luftdruck wird das Verdampfen beschleunigt. Gewisse Salze lassen sich nicht durch Eindampfen ihrer Lösungen im unzersetzten Zustande erhalten. Eine Magnesiumchloridlösung entwickelt beim Eindampfen Chlorwasserstoff und es bleibt schließlich ein Oxychlorid als Rückstand zurück. Das Eisenchlorid verhält sich in ähnlicher Weise. Beim Eindampfen einer mit Salzsäure angesäuerten Eisenchlorürlösung zieht dieses Salz Sauerstoff aus der Luft an und es wird zu Eisenchlorid oxydiert. Wenn in einer solchen Lösung freie Salzsäure nicht vorhanden ist, so kann ein mehr oder weniger unlösliches basisches Salz, ein Oxychlorid gebildet werden.

## DAS KRISTALLISIEREN.

Viele Salze haben die Eigenschaft, beim Verdunsten ihrer Lösungen sich in Kristallen auszuscheiden. Die Kristallbildung erfolgt auch, wenn man eine warm- oder heißgesättigte Lösung langsam erkalten läßt. Man benutzt diese Eigenschaft zur Herstellung vieler Salze in reinem Zustande. Es wird zu diesem Zwecke eine bei etwas höherer Temperatur gesättigte Lösung des Salzes bereitet. Diese Lösung läßt man langsam erkalten. Man bringt die resultierenden Kristalle auf einen Trichter, worin man eine Filterplatte gelegt hat und läßt dann die Mutterlauge ablaufen. Man wäscht dann einigemal mit reinem Wasser. Bei Salzen, welche kein Kristallwasser enthalten, kann das Trocknen bei  $100^{\circ}$  geschehen. Salze, welche Kristallwasser enthalten, trocknet man bei Zimmertemperatur, weil sie leicht beim Erwärmen einen Wasserverlust erleiden. Die Mutterlauge konzentriert man durch Eindampfen in einer Schale. Beim Erkalten erhält man dann noch eine Menge Kristalle. Die zweite Mutterlauge kann man, wo nötig, weiter konzentrieren. Es ist aber ratsam das Konzentrieren nicht zu weit zu führen, weil die nachfolgenden Mutterlaugen immer unreiner werden. \* Die zuerst ausgeschiedenen Kristalle sind die reinsten und schönsten, und wo besondere Reinheit verlangt wird, sind sie den aus späteren Mutterlaugen erhaltenen vorzuziehen. In gewissen Fällen erreicht man durch Kristallisieren die gesuchte Reinheit nicht. Dies ist bei isomorphen Körpern der Fall. Als isomorph bezeichnet man diejenigen Körper, welche einander in demselben Kristall ersetzen können, ohne die Form des Kristalls merklich zu ändern. Das Zink, das Eisen und das Mangan sind in ihren schwefelsauren Salzen isomorph. Wenn eine Lösung diese drei Salze enthält, so können Kristalle entstehen, welche aus all diesen schwefelsauren Salzen zusammengesetzt sind. Es wäre also unmöglich aus einer solchen Lösung Kristalle von einem einzigen dieser Salze allein in reinem Zustande zu erhalten. Manche Salze, wie z. B. das schwefelsaure Kupfer, scheiden sich aus ihren Lösungen in großen, gut ausgebildeten Kristallen aus. Andere, dagegen, wie das Chlorammonium, bilden kristallinische Pulver.

Es gibt Salze, welche wenig Neigung zum Kristallisieren zeigen, wie z. B., das schwefelsaure Aluminium. Um dieses Salz aus seiner Lösung zu gewinnen, muß man die Lösung direkt zur Trockne eindampfen. Es erscheint dann als eine amorphe Masse. Eine Reinigung des Salzes läßt sich hierbei nicht bewerkstelligen. Gewisse Salze sind geneigt, beim Eindampfen ihrer Lösungen, einer Zersetzung zu unterliegen, wobei ein basisches Salz, als unlöslicher Niederschlag gebildet wird. So verhalten sich die Zinn- und Wismutverbindungen. Manche Salze kristallisieren ohne Wassergehalt. Sie sind wasserfrei. Das Bromkalium, das schwefelsäure Kalium und das salpetersaure Silber sind wasserfreie Salze. Das phosphorsaure Natrium, das essigsäure Kalium und das kohlen-säure Natrium wenn sie aus wäßriger Lösung kristallisieren, sind wasserhaltige Verbindungen. Gewisse wasserhaltige Salze erleiden in trockener Luft einen Verlust ihres Kristallwassers und zerfallen in ein lockeres Pulver. Sie verwittern. Andere, dagegen, ziehen Wasser aus der Luft an und können sogar in dem absorbierten Wasser gelöst werden. Sie zerfließen. Zerfließliche Körper müssen immer in wohl verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden.

## DAS SUBLIMIEREN ODER DIE SUBLIMATION.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß viele feste Stoffe bei höherer Temperatur in Dampf-form übergehen und daß dieser Dampf sich wieder in die feste Form verwandelt, wenn man ihn in Berührung mit einer kalten Oberfläche kommen läßt. Der Körper sublimiert sich oder wird sublimiert. Man kann also diesen Prozeß als eine Art Destillation fester Körper betrachten. Das Jod, der Kampher, das Arsen, das Molybdäntrioxyd und der Zinnober lassen sich sublimieren. Beim Sublimieren wird ein flüchtiger Stoff von nicht flüchtigen Verunreinigungen befreit, und der Prozeß wird oft im Laboratorium ausgeführt zur Reindarstellung verschiedener Körper. Zum Reinigen des Jods mischt man das käufliche Jod mit Jodkalium durch Zusammenreiben in einem Mörser, bringt das Gemisch auf einen Teller und stellt einen großen Glastrichter darüber. Den Teller erhitzt man

dann auf einem Wasserbad oder auf einer Eisenplatte. Das Jod sublimiert sich und beschlägt die innere Wand des Trichters mit glänzenden blättrigen Kristallen. Das käufliche Jod ist gewöhnlich chlorhaltig, und der Zusatz von Jodkalium hat den Zweck, das Chlor zu binden, wobei eine äquivalente Menge Jod in Freiheit gesetzt wird. Das auf diese Weise erhaltene Jod ist sehr rein. Wenn man die Sublimation wiederholt, also das zuerst erhaltene Sublimat wieder sublimiert, so läßt sich ein noch höherer Grad von Reinheit erreichen. Erhitzt man das Arsen in einem unten zugeschmolzenen Glasrohr über einer Gasflamme, so erhält man ein Sublimat, welches aus zwei scharf getrennten Spiegeln besteht. Der eine Spiegel ist von brauner Farbe; der andere ist schwarz und befindet sich an einer von der Flamme etwas weiter entfernten Stelle. Durch die Sublimation kann man also in diesem Falle die zwei allotropischen Formen des Arsens trennen und beide gesondert erhalten. *separate*

Erhitzt man das Molybdäntrioxyd in einem mit einem Deckel versehenen Porzellantiegel, so findet man auf der unteren Seite des Deckels ein Sublimat von schönen glasglänzenden Kriställchen dieses Oxyds.<sup>1</sup>

Das Chlorammonium verwandelt sich beim Erhitzen in einen Dampf, welcher sich zu Krusten verdichtet, wenn man ihn wieder abkühlt. Der Chlorammoniumdampf erleidet aber bei höherer Temperatur eine Zersetzung in Ammoniak und Chlorwasserstoff. Er dissoziiert sich. Beim Erkalten verbinden sich diese gasförmigen Produkte wieder und das Sublimat besteht aus dem ursprünglichen Körper in unverändertem Zustande. Andere zusammengesetzte flüchtige Körper verhalten sich in ähnlicher Weise.

Die Bildung eines Sublimats von bestimmter Farbe, wenn man einen Körper in einem unten zugeschmolzenen Glasröhrchen erhitzt, kann in der qualitativen Analyse als ein einfaches und sicheres Erkennungszeichen dienen; hierauf gründet sich eine in der analytischen Chemie vielgebrauchte Methode um das Vorhandensein gewisser Stoffe festzustellen.

Viele Metallchloride sind leicht sublimierbar. Das Eisen-

chlorid, das Nickelchlorür, das Kobaltchlorür, das Quecksilberchlorid und das Aluminiumchlorid sublimieren sich, wenn man sie in einem indifferenten Gas erhitzt. Die drei erstgenannten Körper werden dann in glänzenden Kristallblättchen erhalten. Das Kupferchlorid erleidet beim Erhitzen eine teilweise Zersetzung und liefert ein Sublimat von Kupferchlorür. Viele feste organische Verbindungen sind ohne Zersetzung flüchtig und können leicht durch Sublimation gereinigt werden.

### DIE WAGE.

Bei Ausführung der analytischen Arbeiten bedarf man einer Wage von besonderer Empfindlichkeit. Eine kurzarmige Wage ist einer langarmigen vorzuziehen, weil die Schwingungen schneller erfolgen, und demnach eine bedeutende Zeitersparnis ermöglichen. Als Material für den Wagebalken gebraucht man gewöhnlich Bronze oder Aluminium. Die Schneiden werden aus Stahl oder Achat gemacht. Die Wagschalen bestehen in der Regel aus versilbertem Messing oder aus Bronze. Mittels Stellschrauben läßt sich die Wage in eine solche Stellung bringen, daß die Endschneiden in einer horizontalen Ebene zu liegen kommen. Ein passendes, mit Glasscheiben versehenes Gehäuse dient dazu, die Wage vor Staub und Luftströmungen zu schützen. Der Balken besitzt an beiden Enden kleine horizontal gerichtete Schrauben, welche es ermöglichen seine Gleicharmigkeit zu kontrollieren. Bei Gebrauch der Wage ruhen die drei Schneiden auf polierten Achat- oder Stahlplatten. Da aber die Schneiden mit der Zeit leicht stumpf werden können, so ist eine Vorrichtung nötig, mittelst welcher der Balken gehoben und die Mittelschneide von der Platte entfernt werden können. In ähnlicher Weise müssen die Endschneiden von ihren Platten ein wenig entfernt werden. Diese Vorrichtungen werden von außen kontrolliert. Ein nach unten gerichteter Zeiger bewegt sich bei den Schwingungen der Wage vor einer eingeteilten Skala. Wenn die Wage im Gleichgewicht steht, deutet dieser Zeiger auf den Nullpunkt der Skala. Man stellt die Wage auf eine sehr feste Unterlage, am besten auf ein Gestell, welches an einer Stein- oder

Ziegelwand befestigt ist. Es ist von Wichtigkeit, die Wage gegen saure Dämpfe zu schützen. Diese üben einen sehr nachteiligen Einfluß aus, indem sie die Metalloberflächen angreifen und verrosten, wobei die Empfindlichkeit der Wage vermindert wird. Der Balken ist eingeteilt und ein Reiter sitzt darauf. Dieser besteht gewöhnlich aus Platin. Wenn der Reiter zehn Milligramm wiegt und der Balken in hundert Unterabteilungen eingeteilt ist, so kann man bis auf ein Dezimilligramm genau wägen, vorausgesetzt daß die Konstruktionsart der Wage einen solchen Grad der Genauigkeit ermöglicht. Man verlangt bei einer Wage, welche zu den gewöhnlichen Arbeiten der quantitativen Analyse dient, eine Empfindlichkeit von einem Dezimilligramm bei voller Belastung. Die Oberflächen der Glas- und Metallgegenstände ziehen Feuchtigkeit aus der Luft an. Diese Feuchtigkeit vermehrt das Gewicht der abzuwägenden Körper. Den Fehler, der hierdurch entsteht, sucht man zu beseitigen. Man erhitzt den Körper, womöglich bis zum Glühen, läßt ihn teilweise erkalten und stellt ihn dann in einen Exsikkator. Nachdem er vollkommen kalt geworden ist, bringt man ihn auf die Wagschale. Beim Wägen kann er wieder Feuchtigkeit anziehen und man bemerkt manchmal eine Gewichtsvermehrung während der Wägung. Daher strebt man die Wägung möglichst schnell auszuführen. In dem Exsikkator befindet sich etwas Chlorkalzium zum Trocknen der eingeschlossenen Luft. Bei genauen Analysen darf man niemals vergessen, nach dem Erhitzen die Platin- und Porzellantiegel im Exsikkator erkalten zu lassen, ehe sie gewogen werden. In besonderen Fällen hat man es nötig das Gewicht des Körpers auf den leeren Raum zu reduzieren, um den Fehler, welcher durch den Auftrieb der atmosphärischen Luft entsteht, und welcher sich mit der Dichtigkeit der Luft ändert, zu korrigieren. Um das wahre Gewicht des Körpers zu ermitteln, muß man zu dem scheinbaren Gewicht das Gewicht von einem gleichen Volumen Luft addieren, und dieses letztere Gewicht hängt von der Temperatur und der Barometerhöhe ab. Je größer die Oberfläche des zu wägenden Gegenstandes, desto größer wird der Fehler sein, wenn man das scheinbare Gewicht



nicht auf den leeren Raum reduziert. Ehe man zu einer Wägung schreitet, sucht man die Wage zuerst genau in die Gleichgewichtslage zu bringen. Um dieses zu bewirken, dreht man die Stellschrauben, so daß der Zeiger auf den Nullpunkt der Skala deutet. Durch die aufzulegenden Gewichtsstücke bestimmt man das Gewicht bis auf ein Zentigramm. Um genau bis auf ein Milligramm oder ein Dezimilligramm zu wägen, macht man von dem Reiter Gebrauch. Durch Hin- und Herschieben des Reiters bringt man schließlich die Wage in den Zustand, worin der Zeiger um dieselbe Anzahl Skaleneinteilungen nach rechts sowohl als nach links schwingt. Dann trägt man die abgelesene Gewichtszahl in das Notizbuch ein. Vor dem Verlassen des Wagzimmers, lege man die Gewichte in den Gewichtskasten zurück.

### DAS KALIBRIEREN.

Es ist von Wichtigkeit bei der volumetrischen Analyse, daß die anzuwendenden Meßgefäße auf ihre Richtigkeit genau geprüft werden. Es kann die Notwendigkeit vorliegen den Rauminhalt eines Kolbens bis auf einige Hundertstel-ccm zu bestimmen oder man hat es nötig das Verhältnis zwischen einem Meßkolben und einer Pipette, dem Volum nach, zu ermitteln. Bei chemischen Arbeiten kommt es in der Regel hauptsächlich auf das Verhältnis der Gefäße unter sich an.

Wir wollen annehmen, daß ein Literkolben mit einer 50-ccm-Pipette zu vergleichen ist. Der Vergleich ist in einem solchen Falle leicht auszuführen. Zu diesem Zweck füllt man die Pipette mit Wasser bis zur Marke an und befestigt sie dann in senkrechter Stellung mittelst einer Klemme, so daß das Wasser in den Kolben hineinfließen kann.

Nach Entleerung der Hauptmenge des Wassers wartet man eine bestimmte Zeit (z. B. zwei Minuten) um die letzten Tropfen Wasser herunterlaufen zu lassen. Sobald die Pipette zehn Mal gefüllt und in den Kolben entleert worden ist, klebt man eine Etikette auf den Kolbenhals um die Höhe des Wassers zu markieren. Um die Richtigkeit der Kalibrierung zu kon-

trollieren, wiederholt man zweckmäßig die Arbeit. Die zwei Kalibrierungen sollten genau übereinstimmen. Man notiert die Temperatur des Wassers, welches angewendet wurde und beim Gebrauch des Kolbens sind die zu messenden Flüssigkeiten auf annähernd dieselbe Temperatur zu bringen.

Um den Rauminhalt von einem Kolben zu bestimmen, wägt man ihn, nachdem er gehörig ausgetrocknet ist, auf einer Wage, welche Gewichtsunterschiede von einem Zentigramm deutlich angibt; dann füllt man ihn mit Wasser bis zur Marke an und wägt ihn wieder. Da die Wägungen in Luft gemacht werden, so hat man wegen des durch die Luft hervorgebrachten Auftriebs eine Korrektur anzubringen. Bei der Kalibrierung sehr kleiner Gefäße ist es genauer Quecksilber anstatt Wasser anzuwenden. Die Kalibrierung der Büretten muß mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden. Die von der Fabrikanten gelieferten Instrumente dieser Art können jetzt in so vorzüglicher Qualität bezogen werden, daß sie für viele Zwecke ohne besondere Prüfung verwendet werden können. Trotzdem ist es bei wissenschaftlichen Arbeiten ratsam, genaue Kalibrierungen vorzunehmen, ehe man solche Instrumente zu Messungen gebraucht. Gasbüretten, welche zu gasanalytischen Arbeiten dienen sollen, müssen mit großer Sorgfalt kalibriert werden. Es empfiehlt sich bei Kalibrierungen dieser Art, die Ablesungen des Flüssigkeitsniveaus mit Hilfe von einem gut konstruierten Kathetometer auszuführen.

## DIE DARSTELLUNG VON REINEM CHLORNATRIUM.

Als Rohmaterial zur Reindarstellung dieser Verbindung dient das käufliche Kochsalz. Im rohen Zustande enthält dieses Salz in der Regel verschiedene fremde Körper, welche nur auf Umwegen zu entfernen sind. Diese Verunreinigungen rühren von der Salzsole (bezw. dem Steinsalz) her, aus welcher es fabrikmäßig hergestellt wird. Schwefelsaure Salze der Alkali- und Erdalkalimetalle, Chloride, Bromide und Jodide derselben (letztere nur spurenweise<sup>1</sup>), Eisen- und Aluminiumverbindungen und Wasser (welches letztere für vorliegenden Zweck nicht schadet) sind darin enthalten. Man tut gut eine vorläufige

Reinigung durch Kristallisieren auszuführen. Zu diesem Zweck löst man 1 Kilogramm Kochsalz in etwa 4 Liter Wasser bei Siedehitze auf. Die Lösung, welche gewöhnlich durch Staub und unlösliche Verunreinigungen getrübt erscheint, wird filtriert. Das Filtrat wird bis zu  $\frac{1}{3}$  seines ursprünglichen Volumens eingedampft und dem Erkalten überlassen. Hierbei scheidet sich der größte Teil des gelösten Salzes als ein kristallinisches Pulver aus. Dieses wird in einen Trichter gebracht, in welchen man vorher eine Filterplatte gelegt hat. Nachdem die Mutterlauge abgelassen ist, wäscht man einigmal mit destilliertem Wasser aus und bringt den Kristallbrei in eine Porzellanschale, setzt eine genügende Menge Wasser hinzu und erhitzt auf dem Wasserbad bis alles gelöst wird. Man säuert die Lösung mit Salzsäure an und fügt portionenweise kleine Mengen Bariumchlorid hinzu, bis keine weitere Fällung von Bariumsulfat verursacht wird. Man erhitzt dann noch einige Zeit und filtriert. Die Lösung enthält jetzt Chlormetalle anstatt schwefelsaurer Salze. Durch Zusatz von kohlensaurem Natrium werden die Chloride (bezw. Bromide und Jodide) der Erdalkalimetalle unter Abscheidung ihrer unlöslichen kohlensauen Salze zersetzt. Da die kohlensauen Salze dieser Metalle in der kohlensaurehaltigen Flüssigkeit nicht ganz unlöslich sind, so ist es ratsam, die Lösung so lange zu erhitzen bis diese Kohlensäure zersetzt und das Kohlendioxyd ausgetrieben ist. Nach dem Filtrieren enthält die Flüssigkeit Natriumchlorid nebst Spuren von Bromiden und Jodiden der Alkalimetalle und ein wenig kohlensaures Natrium. Jetzt wird mit Salzsäure schwach angesäuert und zur Kristallbildung eingedampft. Wenn ein sehr hoher Grad von Reinheit erzielt werden soll, so darf die Lösung nicht zu weit eingedampft werden. Das am wenigsten lösliche der Halogenide der Alkalimetalle ist wohl das Chlornatrium. Die Kristalle dieses Salzes, welche sich zuerst abscheiden, sind sehr rein. Sie sind aber mit einer Mutterlauge benetzt, welche die Halogenide der anderen Alkalimetalle in geringer Menge enthalten. Mit der zunehmenden Konzentration dieser Mutterlauge wächst die relative Menge der gelösten Verunreinigungen. Die erhaltenen Chlor-

natriumkristalle besitzen für die meisten Zwecke eine genügende Reinheit. In gewissen Fällen ist es notwendig eine weitere Reinigung durch Umkristallisieren auszuführen. Zum Trocknen erhitzt man in einem Luftbad eine Stunde lang bei 150 Grad. Das erhaltene Produkt kann am besten mit Hilfe des Spektroskops auf Reinheit geprüft werden. Die spektroskopische Methode hat zwar den Nachteil, daß sie die Mengen der ange deuteten Verunreinigung nur annähernd abschätzen laßt. Für vorliegenden Zweck hat sie den Vorteil, daß der Nachweis der aufzusuchenden Alkali- und Erdalkalimetalle eine besondere Schärfe besitzt.

### DIE ANALYSE DES KUPFERVITRIOLS.

Man wählt klare, gut ausgebildete Kristalle von reinem Kupfervitriol und bewahrt sie in einer dicht verschlossenen Flasche auf.

Die Analyse erstreckt sich auf die Bestimmung von Kupferoxyd, Schwefeltrioxyd und Wasser.

1. Die Kupferoxydbestimmung. Man wägt ein Gramm Salz und löst es in einem halben Liter Wasser. Die Lösung wird beinahe zum Sieden erhitzt und mit Natriumhydroxyd in geringem Überschuß versetzt. Das Kupferhydroxyd fällt als blauer flockiger Niederschlag nieder. Dieser Niederschlag wird bald dichter und seine Farbe ändert sich allmählich in Schwarz, indem das Kupferhydroxyd sich unter Ausscheidung von Wasser teilweise in das Oxyd umwandelt. Man filtriert und wäscht den Niederschlag mit heißem Wasser so lange aus, bis die letzte Spur von Alkali entfernt ist. Das Filter nebst Niederschlag wird noch feucht in einen vorher gewogenen Porzellantiegel gebracht. Man erhitzt, zuerst geline, um das Filter zu trocknen und zu verkohlen und nachher bis zu starken Glühen. Man läßt den Tiegel im Exsikkator erkalten und wägt ihn. Das geglühte Kupferoxyd ist noch auf Verunreinigungen zu prüfen. Man bringt ein Stückchen Phenolphthaleinpapier in den Tiegel und befeuchtet es mit einem Tropfen Wasser. Die Gegenwart von Alkali läßt sich an der Farbe des Papiers erkennen. Wenn Alkali gefunden wird, empfiehlt es sich die Arbeit zu wiederholen.

Man trocknet und glüht das Kupferoxyd wieder und behandelt es mit konzentrierter Salzsäure. Ein etwa zurückgebliebener weißer Rückstand ist als Kieselsäure zu betrachten. Er ist abzufiltrieren und nach dem Einäschern des Filters zu wägen und sein Gewicht in Abzug zu bringen.<sup>1</sup> Das Gewicht des reinen Kupferoxyds ergibt sich dann aus der Differenz.

2. Bestimmung des Schwefeltrioxyds. Man löst ein Gramm Kupfervitriol, genau gewogen, in Wasser auf, verdünnt bis zu einem halben Liter, erhitzt zum Kochen, säuert mit Salzsäure an<sup>2</sup> und während man die siedende Lösung tüchtig umrührt, fügt man Chlorkaliumlösung in genügender Menge hinzu. Das gefällte schwefelsaure Barium setzt sich beim Kochen als körniger Niederschlag zu Boden und läßt sich ohne Schwierigkeit filtrieren und auswaschen. Dieser Niederschlag hat die Eigenschaft gelöste Stoffe mit sich niederzureißen und daher muß er in gewissen Fällen einer besonderen Reinigung unterworfen werden. Der Tiegel darf nicht zu stark geglüht werden, weil das schwefelsaure Barium bei Rotglühhitze etwas Schwefelsäureanhydrid abgibt, was ein zu niedriges Resultat zur Folge hätte.

3. Bestimmung des Wassers. Die fünf Wassermoleküle, welche im Kupfervitriol vorkommen, scheinen nicht alle mit dem Salz in derselben Weise verbunden zu sein. Vier von diesen lassen sich bei niedrigerer Temperatur austreiben als das fünfte, welches daher stärker von dem Salz angezogen zu werden scheint.

Man wägt genau ein Gramm Kupfervitriol, bringt es in einem Porzellantiegel, stellt diesen in ein Luftbad, worin eine Temperatur von 130 bis 140 Grad herrscht. Nach zwei Stunden nimmt man den Tiegel aus dem Ofen, läßt ihn im Exsikkator erkalten und wägt ihn. Man erhitzt noch eine halbe Stunde und wägt wieder, um zu erfahren ob ein weiterer Gewichtsverlust erfolgt. Wenn das Gewicht bei dieser Temperatur konstant geworden ist, erhitzt man stärker bis zu 250 oder 260 Grad. Durch das Erhitzen bei niedrigerer Temperatur erhält man das Gewicht des

Kristallwassers. Durch stärkeres Erhitzen wird die Menge des chemisch gebundenen Wassers ermittelt, ascertained.

Jetzt sind die Resultate der Analyse zu summieren. Theoretisch sollte vielleicht die Summe genau 100 betragen, wenn der Gehalt an jedem einzelnen Bestandteil nach Gewichtsprozenten berechnet wird. Unvermeidliche Versuchsfehler verhindern uns in unserm Streben absolute Genauigkeit zu erlangen, und wir müssen in der Regel mit einem Resultat zufrieden sein, welches um einige Zehntel-Prozent von 100 abweicht.

### DIE VERBRENNUNGSANALYSE.

Um die prozentische Zusammensetzung einer organischen Verbindung festzustellen, gebraucht man im allgemeinen eine Methode, welche auf der Verbrennung des Stoffes und der darauf folgenden Gewichtsbestimmung der resultierenden Verbrennungsprodukte beruht. Man hat auf diejenigen Elemente, welche in dem Körper vorkommen können, besondere Rücksicht zu nehmen, und um Auskunft über das Vorkommen bestimmter Elemente zu gewinnen, ist eine vorherige qualitative Analyse anzuraten. Der einfachste Fall ist der eines Körpers, welcher nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Viele Körper enthalten noch dazu Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel oder Phosphor. In besonderen Fällen hat man es mit metalthaltigen organischen Verbindungen zu tun.

Die Verbrennung wird gewöhnlich in einer sogenannten Verbrennungsröhre, in Sauerstoffgas oder bei Gegenwart von einer leicht zersetzlichen Sauerstoffverbindung, ausgeführt und die Produkte, Kohlendioxyd und Wasserdampf, werden durch geeignete Absorptionsmittel aufgenommen und gewogen.

Um die Verfahrungsweise und Einzelheiten einer Verbrennungsanalyse zu erläutern, wollen wir die Analyse von Rohrzucker beschreiben.

Dieser Körper, ein Kohlenhydrat, enthält Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die zu der Verbrennung anzuwendende Porzellanröhre wird vorerst sorgfältig ausgewaschen und getrocknet. Die Beschickung dieser Röhre geschieht auf

folgende Weise. Man bringt in das vordere Ende der Röhre ein aufgerolltes Stück Kupferdrahtnetz hinein. Die Röhre wird dann bis zu zwei Dritteln ihrer Länge mit gekörntem Kupferoxyd gefüllt. Hinter dieser Kupferoxydschicht bleibt eine leere Stelle und zuletzt ist eine Kupferdrahtspirale oder eine Kupferdrahtnetzrolle hineinzuschieben. Um die Röhre zu erhitzen dient ein mit Gas gespeister Verbrennungsofen, in welchen die Röhre so eingelegt wird, daß sie sich ein wenig nach dem vorderen Ende neigt. Hinter der Verbrennungsröhre steht ein Apparat, welcher dazu dient, das bei der Verbrennung zu verwendende Sauerstoffgas zu reinigen. Dieser Apparat enthält zwei mit starker Natriumhydroxydlösung gefüllte Woulfsche Flaschen. Diesen folgen dann zwei Chlorkalziumröhren. Das käufliche komprimierte Sauerstoffgas ist gewöhnlich nicht rein und diese vorläufige Reinigung ist sehr notwendig ehe es zu der Verbrennung verbraucht wird.

Ein ähnlicher Apparat dient zur Reinigung der Luft, welche auf später zu beschreibende Weise Anwendung findet.

Als Vorlagen zur Aufnahme des Kohlendioxyds und des Wasserdampfs dienen erstens, ein mit Chlorkalzium gefülltes Rohr und zweitens, ein Liebig'scher oder ein Geissler'scher Kugelapparat, welcher mit konzentrierter Kalilauge gefüllt ist. Aus dieser wäßrigen Lösung verdunstet beim Durchstreichen des warmen Gasstroms eine beträchtliche Menge Wasser. Daher ist ein mit Chlorkalzium gefülltes Rohr nach dem Kaliapparat anzubringen, um übergegangenen Wasserdampf zu absorbieren und zurückzuhalten.

Man kann auch Phosphorpentoxyd anstatt Kalziumchlorid als Absorptionsmittel für Wasserdampf gebrauchen. Es ist aber ratsam dasselbe Absorptionsmittel zur Aufnahme und Wägung des Wasserdampfs zu verwenden, welches man vorher zum Trocknen des durch das Verbrennungsrohr durchstreichenden Sauerstoffs, resp. Luft, gebraucht hat.

Das Sauerstoffgas (resp. Luft.) muß man im komprimierten Zustande anwenden, damit es durch den Apparat unter mäßigem Druck getrieben werden kann. Ehe man zur eigentlichen Ver-

brennung schreitet, wird der Teil der Röhre, welche die Kupferoxydschicht enthält, zum starken Glühen erhitzt, während man einen langsamen Strom von gereinigtem Sauerstoffgas hindurchleitet. Nachdem das Kupferoxyd gehörig ausgeglüht worden ist, läßt man die Verbrennungsröhre teilweise erkalten. Sodann bringt man eine abgewogene Menge (etwa ein Viertelgramm) von dem vorher pulverisierten und bei 100° getrockneten Zucker in ein Porzellanschiffchen, schiebt dieses bis nahe an die Kupferoxydschicht in die Röhre hinein, und bringt schließlich noch eine Kupferdrahtspirale hinter dem Schiffchen an. Jetzt erhitzt man den hinteren Teil der Röhre zum Rotglühen und läßt dann den Zucker durch Regulierung der Gashähne langsam verbrennen. Ein sorgfältig geregelter Strom von Sauerstoff treibt die Kohlensäure und den Wasserdampf, welche erzeugt werden, in die vorgelegten Absorptionsröhren hinein. Nachdem die Verbrennung vollendet ist, bleiben diese Absorptionsröhren noch mit Sauerstoff gefüllt. Da der Sauerstoff spezifisch schwerer als Luft ist, so muß er, ehe man zur Wägung schreitet, durch Luft verdrängt werden. Man leitet also während zwanzig Minuten, einen langsamen Luftstrom durch den Apparat. Hierdurch werden auch die letzten Spuren der Verbrennungsprodukte aus der Röhre in die Vorlagen getrieben. Aus der Gewichtsvermehrung dieser Vorlagen ergeben sich direkt die Mengen Kohlendioxyd und Wasser, welche bei der Verbrennung des Zuckers entstanden.

Wenn man das Gewicht von dem gefundenen Kohlendioxyd mit 3.11 multipliziert, so erhält man die Menge Kohlenstoff. Die Menge Wasserstoff ergibt sich, wenn man das Gewicht des gefundenen Wassers mit 1.9 multipliziert. Der Sauerstoff läßt sich nicht nach den üblichen Methoden der organischen Analyse direkt bestimmen und man kann den Gehalt an diesem Element nur dadurch ermitteln, daß man die Gewichtsprocente der anderen Elemente summiert und ihre Summe von 100 abzieht. Die Differenz wird dann als Sauerstoff betrachtet. Hierbei ist aber zu beachten, daß kein in dem Körper vorkommendes Element übersehen werde.

Wenn der zu analysierende Körper Stickstoff enthält, so läßt



sich derselbe am besten nach der Methode von Dumas bestimmen. Die Verbrennung geschieht mittels Bleichromat oder Kupferoxyd im luftleeren Raum und die gasförmigen Verbrennungsprodukte werden in einem Eudiometer über Quecksilber aufgesammelt. Durch Natriumhydroxydlösung wird das gebildete Kohlendioxyd absorbiert und der rückständige Stickstoff gemessen. Aus dem gefundenen Volumen dieses Gases wird das Gewicht berechnet. Die Bestimmung der seltener vorkommenden Elemente wird an dieser Stelle nicht besprochen.

### DIE ESTER.

Wenn der basische Wasserstoff einer Säure durch ein Alkoholradikal ersetzt wird, so nennt man die resultierende Verbindung einen Ester. Vom chemischen Standpunkt aus betrachtet, haben die Ester viel Ähnlichkeit mit den Salzen der Metalle. In ihren physischen Eigenschaften sind sie aber sehr verschieden. Erstere sind gewöhnlich farblose Flüssigkeiten, welche in Wasser in geringem Maß auflöslich sind und einen niedrigen Siedepunkt besitzen, während letztere als wohl ausgebildete in Wasser lösliche Kristalle, oder auch als unlösliche Pulver auftreten. In gewissen Fällen ist die Darstellungsweise der Ester mit derjenigen der Metallsalze zu vergleichen. Sie entstehen beim Zusammenbringen von Säuren mit Alkoholen. Nun sind die Ester (namentlich die in Wasser löslichen) dadurch charakterisiert, daß sie durch Wasser ziemlich leicht zersetzt werden, wobei sie wieder in Alkohol und freie Säure zerfallen.

Beim Zusammentreffen von Alkohol mit Säuren bleibt also die Reaktion der Esterbildung eine unvollständige, weil das bei der Reaktion abgeschiedene Wasser eine auf den Verlauf des Prozesses hemmende Wirkung ausübt. Die Ausbeute an Ester bleibt also weit hinter der theoretischen zurück. Deshalb sucht man die Esterbildung durch Zusatz von wasserentziehenden Mitteln zu befördern, damit das gebildete Wasser aus dem Bereich der Reaktion entzogen wird. Als ein solches dient gewöhnlich konzentrierte Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure. Man kann diesen synthetischen Prozeß auch auf indirekte

Weise ausführen, wie folgendes Beispiel von der Darstellung des Äthylazetats erläutern wird. Es werden Äthylalkohol mit Schwefelsäure zusammengebracht. Hierbei bildet sich das saure schwefelsaure Äthyl (auch Äthylhydrosulfat genannt). Dieses Gemisch bringt man in einen Kolben, welcher vorher mit wasserfreiem essigsaurem Natrium beschickt worden ist. Das Gemisch wird jetzt der Destillation unterworfen. In der Vorlage sammelt sich dann Essigsäureäthylester als eine flüchtige Flüssigkeit, und als Destillationsrückstand erhält man saures schwefelsaures Natrium.

Die Säurechloride reagieren mit den Alkoholen unter Bildung von Estern und Chlorwasserstoff. Auf diese Weise reagiert das Azetylchlorid mit Äthylalkohol. Hier hat man den großen Vorteil, daß sich dabei kein Wasser bildet. Die Säureanhydride reagieren auch auf die Alkohole unter Erzeugung von Estern. Diese Reaktion findet aber keine ausgedehnte Anwendung in der chemischen Synthese.

Eine einbasische Säure bildet mit einem Alkohol nur eine einzige Verbindung. Eine zweibasische Säure liefert zwei Esterarten: einen sauren und einen neutralen Ester. Dreibasische Säuren bilden drei verschiedene Ester, je nachdem ein zwei oder drei von den ersetzbaren Wasserstoffatomen der Säure durch Alkoholradikal vertreten werden. Die Pflanzen- und Tierfette stellen eine wichtige Reihe von Estern dar, in welchen die Wasserstoffatome verschiedener Säuren durch das dreisäurige Radikal des Glycerins ersetzt werden. In einigen Fällen unter den Fetten scheint das zweisäurige Radikal des Trimethylenglykols anstatt des dreiwertigen Radikals des Glycerins aufzutreten.

Das Tristearin, Tripalmitin und Triolein sind Beispiele einiger in der Natur vorkommenden Ester.

Die Ester sind, wie oben angedeutet, durch Wasser zersetzbar; sie werden verseift oder hydrolysiert. Dabei bilden sich wieder Alkohol und freie Säure. Diese Hydrolyse wird durch Wärme begünstigt. Ätzkali zersetzt die Ester in ähnlicher Weise wie das Wasser (nur wird in diesen Falle ein Salz der in dem Ester

vorhandenen Säure gebildet. Eine solche Reaktion unterliegt den Prozessen der Seifenfabrikation. Diejenigen Verbindungen, welche durch das Ersetzen von Wasserstoff in Halogenwasserstoff durch Alkoholradikale entstehen, werden Halogenalkyle genannt. Unter dem Namen Ester hat man also die Salze der Alkoholradikale mit Sauerstoffsäuren zu verstehen. Die Ester können organische oder anorganische Säureradikale enthalten, aber der basische Bestandteil besteht immer aus einem organischen (gewöhnlich einem Alkoholradikal).

Die Ester der Fettsäuren mit den Alkylen der flüchtigen Alkohole besitzen meistens einen angenehmen Geruch. Sie sind in verschiedenen Früchsaften enthalten und erteilen diesen ihren charakteristischen Geschmack und Geruch.

Es finden viele Ester Anwendung in den Künsten und Gewerben und als Heilmittel haben manche davon einen besonderen Wert.

### DAS BENZOL.

Das Benzol ist ein Destillationsprodukt der Steinkohle und kommt folglich in Dampfform als ein Bestandteil des Steinkohlengases vor.

Synthetisch wird es dadurch erhalten, daß man benzoesaures Natrium mit Natriumhydroxid erhitzt. Es ist eine farblose Flüssigkeit von eigentümlichem Geruch, welche bei  $81^{\circ}$  siedet und bei  $6^{\circ}$  in den festen Zustand übergeht. Aus seiner Dampfdichte, welche 2,702 beträgt, ergibt sich sein Molekulargewicht zu 78 und daraus ergibt sich seine empirische Formel als  $C_6H_6$ . Früher, als man anfang die Bindungsart der Atome in chemischen Verbindungen näher zu studieren, wurde eingesehen, daß eine genügende Erklärung für die Struktur des Benzolmoleküls in einer an seinen Enden geschlossenen Kette zu finden sei, und nach Kekulé's Anleitung wird jetzt allgemein die hexagonale Strukturformel für Benzol angenommen.

Die Derivate des Benzols sind sehr zahlreich und das Studium ihrer Eigenschaften bildet einen wichtigen Teil der modernen organischen Chemie. Gegen Chlor reagiert das Benzol auf

zweierlei Weise. Im Sonnenlicht bilden sich bei gewöhnlicher Temperatur Additionsprodukte, welche 2, 4 und 6 Chloratome enthalten. Das Chlor kann auch substituierend<sup>1</sup> darauf einwirken, wobei die 6 Wasserstoffatome, eines nach dem anderen, durch Halogen ersetzt werden und es bilden sich Mono-, Di-, Tri-, etc., Chlorbenzol.

Das Monochlorbenzol kann, wie die Erfahrung lehrt, nur in einer einzigen Form existieren. Das Dichlorbenzol kann in 3 verschiedenen isomeren Formen vorkommen.

Um diese Isomeriefälle zu erklären nimmt man an, daß die Chloratome verschiedene Stellung zu einander im Benzolkern einnehmen.

Das Monochlorbenzol läßt sich nicht durch Alkali verseifen, und in dieser Beziehung unterscheidet es sich von den Chlorderivaten der aliphatischen Kohlenwasserstoffe. Das Benzolhexachlorid wird durch Erhitzen, unter Abspaltung von Chlorwasserstoff, in Trichlorbenzol verwandelt.

Wenn man Benzol mit konzentrierter Schwefelsäure (oder noch besser mit Vitriolöl) behandelt, so entsteht Benzolsulfonsäure, eine einbasische Säure, deren Salze sämtlich in Wasser löslich sind.

Das benzolsulfonsaures Natrium, mit Natriumhydroxyd erhitzt, liefert Phenol, ein Hydroxylderivat des Benzols, und das nächste Analogon der einwertigen Alkohole der Fettreihe. Das Phenol (im Handel auch Karbolsäure genannt) ist ein tertiärer Alkohol. Durch oxydierende Mittel läßt es sich nicht in ein Aldehyd oder Keton überführen. Die Methyl-, Äthyl- und Propylderivate des Benzols werden sämtlich durch Einwirkung von Chromsäuremischung in Benzoessäure verwandelt. Die Alkoholradikale werden also in diesen Fällen durch die Karboxylgruppe ersetzt. Die Phtalsäure, welche als eine Dikarbonsäure des Benzols aufzufassen ist, resultiert, wenn 2 Wasserstoffatome im Benzolkern durch Karboxyl ersetzt werden, und kommt in 3 verschiedenen isomeren Formen vor.

Durch Nitrieren entstehen drei Nitrokörper: das Nitro-, das Dinitro- und das Trinitrobenzol—Verbindungen, welche mit den

Salpetersäureestern keine Ähnlichkeit besitzen. Das Aminobenzol, gewöhnlich Anilin genannt, erhält man durch Reduktion des Nitrobenzols.

Die Orthohydroxybenzoesäure, oder Salizylsäure, kommt als Bestandteil des Gaultheriaöls vor, und wird jetzt im großen synthetisch dargestellt. Das Anilin dient als Ausgangsmaterial für die fabrikmäßige Darstellung von einer Reihe der wichtigsten Farbstoffe und Arzneimittel. Bei höherer Temperatur können zwei Benzolmoleküle mit einander in Reaktion treten unter Abspaltung von Wasserstoff und Bildung von Diphenyl, einem bei gewöhnlicher Temperatur festen kristallinischen Körper.

Durch Aneinanderlagerung mehrerer Benzolmoleküle können sehr komplizierte Verbindungen entstehen, deren Zusammensetzung bis jetzt nur zum Teil erforscht worden ist. Durch den Angriff von kräftigen Oxydationsmitteln kann der Atomkomplex des Benzol gesprengt werden und es entstehen Karbonsäuren von niedrigerem Kohlenstoffgehalt.

## DIE ALCHEMIE. GESCHICHTE UND WESEN DERSELBEN\*.

DR. J. BERENDES.

Die Alchemie ist weder dem Namen, noch der Sache nach, arabischen Ursprungs, sondern ägyptisch-griechischer Herkunft; ihre Wiege stand im Lande der Pyramiden, ihr Vater ist ein griechischer Philosoph. Von Chama, der Bezeichnung für Ägypten, wurde die bei den Bewohnern des Nillandes schon seit Alters gepflegte geheimnisvolle, hermetische<sup>1</sup> Kunst Chama (im griechischen Chema oder Chemaia) genannt. Dieses Wort haben die Söhne des Propheten durch Vorsetzen ihres Artikels *al* arabisirt,<sup>2</sup> wie sie es bei vielen aus dem Griechischen stammenden Wörtern gethan haben. So entstand aus Ambix (ein spitzer Becher: Destillirhelm) das arabische Alembik, aus Kaustes (der Verbrenner) Alkahest, aus misethron (hasserweckendes Mittel) Almisadir, aus ambrotos (göttlich) Alembroth, aus Chemaia (von

\* *Die Pharmacie bei den alten Kulturvölkern*, Band II, Seite 103. Tausch und Grosse, Halle a/S.

cheo, ich giesse, mache flüssig) oder Chumaia (von Chumos der Saft) Alchemie oder Alchymie.

Die Alchemie der Alten erstreckt sich in ihrer Thätigkeit auf folgende zwei Hauptpunkte:

1. Es ist möglich aus Körpern, die kein Gold und Silber enthalten, auf künstliche Weise diese Edelmetalle vollkommen und beständig darzustellen. Das Mittel dazu est ein Präparat, der Stein der Weisen: beim Golde das grosse Elixir, das grosse Magisterium, die Rothe Tinctur, der Stein erster Ordnung; beim Silber das kleine Elixir, das kleine Magisterium, die Weisse Tinctur, der Stein zweiter Ordnung. Die weisse Tinctur entsteht aus denselben Anfängen wie die rothe, sie ist das Product aus der halben Arbeit; deshalb kann sie die Metalle nur bis zum Silber veredlen, bei fortschreitender Behandlung aber geht die weisse in die rothe Tinctur über und hat wie diese dieselbe Kraft.

Sowohl Silber und Quecksilber, als auch die unedlen Metalle, Blei, Zinn, Kupfer, Eisen, Antimon, Zink lassen sich, von der Tinctur durchdrungen, zu Gold machen,<sup>1</sup> die flüchtigen werden zugleich feuerbeständig. Quecksilber, Kupfer Zinn, Blei und Eisen werden, von der weissen Tinctur durchdrungen, in Silber von hoher Schönheit und blendendem Glanze verwandelt. Die Veredlung geschieht nach gewissen Verhältnissen zwischen Tinctur und Metall, die von dem Gehalte und der Vollkommenheit der Tinctur abhängig sind. Je nach ihrer Wirksamkeit und Augmentation ihrer Kraft tingirt sie fünf, zehn, hundert, bis dreissig tausend Theile des Metalls. Wird die Tinctur im richtigen Verhältniss zugemischt, so veredelt sich jedes Metall, sie heisst dann Universal; beschränkt sich die Wirkung nur auf das eine oder andere Metall, oder auf gewisse Theile desselben, indem der Rest verflüchtigt oder verschluckt oder unverändert gelassen wird, so heisst sie Particular.

2. Dieselbe Tinctur, welche in Gold tingirt, ist vor ihrer vollständigen Ausfertigung eine der wohlthätigsten Arzneien, eine Panacee des Lebens, das Lebenselixir.

Bei ihrem Gebrauche ist grosse Vorsicht geboten; in Menge

genommen wirkt sie zerstörend; nur aufgelöst (aurum potabile) und in grosser Verdünnung darf sie zuweilen angewandt werden. Dann verjüngt sie, stärkt den Körper und Geist und verlängert das Leben über das gewöhnliche Ziel weit hinaus. Sie heilt mancherlei Krankheiten, indem sie den Krankheitsstoff durch Schweiss aus dem Körper austreibt, ohne dabei den Körper zu schwächen, weil ihre Wirkung innerhalb kurzer Zeit sich äussert. Sind die hermetischen Ärzte über die Tragweite ihrer Heilkraft unter sich nicht einig,<sup>1</sup> darin stimmen sie überein, dass diese Tinctur die Gicht, die Flechten und den Aussatz unfehlbar heilen. Derselbe Stoff also, dem man die Kraft zuschrieb, unedle Metalle in Silber und Gold zu verwandeln, soll zugleich ein unfehlbares Universalmittel sein. Dem einen soll er Reichthum und blendende Schätze, dem anderen Gesundheit und langes Leben verschaffen. Wenn wir uns in jene Zeit des Strebens, der Bearbeitung der griechischen Naturphilosophie unter dem Einflusse der Magie und des Aberglaubens versetzen, so dürfen wir uns nicht wundern unter denen, welche diese Tinctur, den Stein der Weisen zu erfinden trachteten, eine grosse Zahl achtbarer Männer zu finden, welche eine solche Entdeckung als die grossartigste und merkwürdigste Erscheinung in der Natur begrüsst haben würden, während andere, um des blossen Gewinns halber, diesem Phantom nachjagten und oft in bitterer Täuschung ihr Lebensglück verscherzten. Jene nehmen darum in der Geschichte der Chemie wegen der gelegentlichen Entdeckungen eine hervorragende Stelle ein.

Diejenigen, welche sich mit dieser Kunst befassten, nannte man Weise, sophi (sophoi). Sie unterschieden sich in vollkommene Meister der Kunst, Adepten, und solche welche es werden wollten, Alchemisten.

## GEBER.

DR. J. BERENDES.\*

Abu Musa Dschafar al Sofi, bekannt unter dem Namen Geber,

<sup>\*</sup> *Die Pharmacie bei den alten Kulturvölkern*, Band II, Seite 113. Tausch und Grosse, Halle a/S.

wurde wegen seiner hohen geistigen Vorzüge, seiner klaren Einsicht in das geheimnissvolle Wesen der Natur der scharfsinnigste aller Philosophen und der König der Araber genannt. Er war von Geburt kein Araber, sondern ein Grieche aus Tarsus in Cilicien, trat später zum Islam über und lebte zu Sevilla als Lehrer der Philosophie um die Mitte oder Ende des achten Jahrhunderts. Seine Schriften hat er sämmtlich arabisch geschrieben. Durch diese beiden Akte der Courtoisie gegen das Araberthum hat sich Geber die Hochachtung und Zuneigung der Moslim in hohem Grade gewonnen. Er war nicht allein Philosoph, der mit dialectischer Beweisführung das Wesen seiner Kunst verbreitern und vervollkommen wollte, sondern er war ein für seine Zeit höchst practischer Chemiker, der ebenso die grossen Vorzüge der Chemie, wie auch ihre Grenzen zu würdigen wusste. „Die Kunst,“ sagte er in seiner Chemie, „kann nicht in allen Stücken die Natur nachahmen, sondern sie ahmt sie nach so weit sie eben kann. Darin irren die Künstler, dass sie die Natur in jeglicher Art ihrer eigenthümlichen Thätigkeit (in omnibus proprietatum differentiis actionis) nachahmen wollen.“ Dass Geber nicht zu der gewöhnlichen Klasse der Alchemisten gehört, geht schon daraus hervor, dass, wie man auch anzunehmen berechtigt ist, er die Metallveredlungstinctur nicht auch zugleich als die Panacee des Lebens betrachtet: nur eine Stelle seiner Werke lässt eine solche Deutung zu; dabei ist es fraglich ob die lateinische Übersetzung das arabische Original sinngetreu wiedergibt. Freilich ist er von Goldfabrikationsgelen nicht frei zu sprechen, und durch seine Schriften über die Veredlung der Metalle hat er viel zur Verbreitung der irrigen und thörichten Ansichten beigetragen, und zwar einmal dadurch dass er die in allen alchemistischen Schriften gebräuchliche räthselhafte ägyptische Ausdrucksweise beibehielt (die mit den geheimen Wissenschaften Vertrauten, sagte man, verstanden es, die nicht Eingeweihten sollten es nicht lesen können), zum andern dadurch, dass er die Mittel zur Metallveredlung mit demselben Namen belegte, den die Heilmittel trugen (Crocus z. B.), so dass dem Wahn Vorschub geleistet wurde, dieselben Stoffe, welche



die Metalle veredelten, heilten auch den kranken Leib, derselbe Stein der Weisen welcher unedle Metalle in Gold verwandle, vertreibe alles Uebel und gebe dem Körper Jugendfrische.

Die Zahl der Schriften Gebers wird sehr hoch, von einigen sogar auf 500 angegeben,—der zehnte Theil dürfte ausreichen. Die meisten Handschriften davon enthalten die Bibliotheken des Vaticans, zu Leyden und Paris. . . . Bei Beurtheilung Gebers betreffs seiner theoretischen sowohl wie practischen Leistungen müssen wir vor allem bedenken, dass der eigentliche Zweck aller seiner Arbeiten die Metallveredlung, das Auffinden des Steines der Weisen ist,—dass er diesen wirklich gefunden habe, bestätigt er nirgends—und dass sämtliche Beobachtungen und Entdeckungen gelegentlich dieses Zweckes gemacht sind; ein Bestreben das Wie und Warum der sich ihm bietenden That-sachen zu ergründen, findet sich nicht. Als Repräsentant seines Jahrhunderts betrachtet er die Metalle als zusammengesetzte Körper, bestehend aus Quecksilber (Mercurius) und Schwefel, zu denen in der Folge als drittes das Salz hinzutrat. Aehnlich oder fast gleich dem Schwefel hält er den Arsenik. Von dem Mengenverhältniss und den verschiedenen Graden der Reinheit dieser Grundstoffe wird die Natur des Metalls bedingt. Man hat darunter aber nicht das gewöhnliche Quecksilber und den rohen Schwefel zu verstehen, sondern sie haben davon nur den Namen. weil sie in grösster Menge deren Bestandtheile ausmachen. Sehr bald ging man noch weiter und änderte diese Ansicht so weit ab, dass man mit Schwefel und Quecksilber angenommene Grundstoffe bezeichnete, so zwar, dass man unter Mercurius das Unzersetzbare verstand, welches gleichzeitig die Ursache des Metallglanzes und der Dehnbarkeit war; mit dem Schwefel dagegen verband man den Begriff der Zersetzbarkeit, des Veränderlichen (sulfureitas, sulphuriety), welcher mit dem Phlogiston Stahls grosse Aehnlichkeit hat. Die bildung der Metalle geschieht dadurch, dass die Grundstoffe durch die Erdwärme in feinen Rauch, dieser bei steigender Hitze in Wasser verwandelt wird, welches die Gänge des Erdinnern durchdringt und später zu Erzen erstarrt. Geber kennt sechs Metalle,

Gold, Silber, Blei, Zinn, Kupfer und Eisen. Für die Veredlung der Metalle spricht er sich klar und deutlich aus: „der, wer die Metalle von Grund aus<sup>1</sup> gelb macht, ihre Gleichmässigkeit bewirkt und sie reinigt, kann aus jeglichem von ihnen Gold machen. Und so haben wir aus der Werkthätigkeit der Natur gesehen, dass durch die Kunst Kupfer in Gold verwandelt werden könne.“ Das Kupfer steht nach ihm in der Mitte zwischen dem Golde und Silber und kann daher leicht in das eine oder andere Metall verwandelt werden. Die Mittel zur Veredlung bezw. Verwandlung der Metalle nennt er Medizinen und theilt sie nach dem Grade der Vorbereitungen in drei Ordnungen. Die der ersten Ordnung sind die rohen Materialien, wie sie die Natur liefert, die der zweiten Ordnung sind die durch Sublimation gewonnenen, die der dritten werden durch besondere Zusätze und andere chemische Operationen hergestellt. Die Medizinen der beiden ersten Ordnungen liefern noch kein echtes und reines Gold oder Silber, dieses ist vielmehr der dritten allein vorbehalten, welche durch weiteres Reinigen und Fixiren der zweiten hergestellt wird, sie ist der Stein der Weisen, das wahre Meisterstück, Magisterium,—diese kennt Geber selbst nicht—denn wenn er auch angiebt, die tutia (Galmei) verbinde sich mit dem Kupfer und färbe dasselbe schön gelb (rothe Tinctur), der Arsenik dagegen gebe demselben eine glänzende weisse Farbe (weisse Tinctur), so ist er weit davon entfernt zu glauben, diese Compositionen für baare Münze, für echtes Gold und Silber zu halten. Die Möglichkeit der Veredlung sucht er hauptsächlich in der Farbenveränderung zu begründen und er glaubt der Sache immer näher zu kommen, wenn er ein gold- oder silberähnliches Präparat erzielt hat.

Die Farbe der Metalle ist von der Menge des darin enthaltenen Schwefels abhängig. Das Gold ist eine Zusammensetzung von sehr viel Mercurius mit wenig Schwefel, das Zinn dagegen enthält viel mehr Schwefel, welcher wenig fixirt<sup>2</sup> und unrein ist und wenig Quecksilber, das gleichfalls nur theilweise fixirt<sup>2</sup> und unrein ist. Diese Zusammensetzung wird damit begründet, dass Zinn beim Calciniren einen schwefligen Geruch ausstosse und

durch Zusatz von Quecksilber zu Blei sich das edlere Zinn darstellen lasse; ferner dass, falls das Gold kein Quecksilber enthielte, es sich mit diesem auch nicht verbinden würde, da das Quecksilber sich nur mit solchen Körpern vereinige, welche mit ihm gleichartiger Natur seien. Können wir den theoretischen Kenntnissen Gebers auch keinen Werth beimessen, so sind seine Verdienste um die Chemie als Practiker desto grösser.

Er kannte die Verbindungen des Quecksilbers mit den Metallen und wusste, dass diese Verbindung mit einigen grösser und inniger ist, als bei anderen.<sup>1</sup> Ebenso bereitete er Legirungen und stellte mittels hohen Hitzegrades die Metalloxyde (Calcinat) dar, so des Eisens, Kupfers, des Bleis (gelbes und rothes), Quecksilbers (das rothe Quecksilberoxyd) und des Antimons (antimonium calcinatum). Ferner verstand er sich auf die Abtreibung der edlen Metalle durch Blei in Tiegeln oder Kapellen aus gesiebter Holz- oder Knochenasche oder aus Kalk.

Dem Schwefel wandte Geber grosse Aufmerksamkeit zu; er kannte seine Verbindung mit den Metallen und die dadurch herbeigeführte Gewichtsvermehrung der letzteren; aus dem natürlich vorkommenden bereitete er durch Auflösen in Ätzlauge und Präcipitation mittels Essig die Schwefelmilch. Behufs der Sublimation derselben trocknete er die Auflösung des Schwefels in Ätzlauge ein, setzte Eisenfeile, Salz und Alaun zu und erhitzte die Mischung im geeigneten Gefäss. Auf gleiche Weise stellte er den weissen Arsenik dar, mit dem Unterschiede, dass er das metallische Arsen statt mit Eisen mit Zinnfeile, Salz und Alaun mischte.

Von den Salzen kannte Geber den Salpeter (sal petrae) die Soda, Pottasche, den Alaun (alumen glaciale vel Rochae, ustum und plumosum), den Borax (Baurac), den Salmiak, dessen er zuerst Erwähnung thut, und den Weinstein. Die Soda bereitete er durch Verbrennen von Seepflanzen und Ausziehen der Asche, mittels gebranntem Kalk macht er sie ätzend; die Pottasche erhielt er durch Verbrennen von Weinstein. Die Reinigung der Salze bewirkte er durch Filtriren (destillatio per filtrum) und Krystallisieren (congelatio). Ausserdem kannte er die bisher

gebräuchlichen Metallsalze, als *crocus ferri*, Eisen- und Kupfervitriol, Grünspan, Bleiweiss, Bleizucker den er durch Auflösen des Bleiweisses in Essig und Krystallisiren herstellte. Zu diesen kamen nach seiner Bekanntschaft mit den Mineralsäuren der Silbersalpeter,<sup>1</sup> und wahrscheinlich auch ein Goldsalz (*quia solvit Solem (aurum) sulfur et argentum*) und der ätzende Sublimat. Besonders wichtig ist die Kenntniss Gebers von den Mineralsäuren (*aquae solutivae*). Die Schwefelsäure gewann er aus Vitriol und Alaun, die Salpetersäure aus Vitriol und Salpeter durch Destillation.

Ein eigenthümliches Präparat ist ein *sal animale*, d.h. ein aus Thieren jeglicher Art dargestelltes Salz. Er trocknet und verbrennt die Thiere, mit Zusatz von zwei Theilen gerösteten Kochsalzes auf acht Theile der Substanz, zieht dann mit Wasser aus und bringt nach wiederholter Filtration die Flüssigkeit zur Krystallisation.

Solche Resultate setzen voraus, dass Geber es verstand, bei seinen Arbeiten geeignete Operationen und Apparate anzuwenden. Er verstand die Calcination (*pulverisatio rei per ignem*) und die Reduction mittels geeigneter Zuschläge, die Schmelzung (*fusio*), die Sublimation und Destillation (die Trennung der flüchtigen Körper, welche er allgemein *Spiritus* nennt, von den erdigen) in höchst vollkommener Art, die Filtration, *destillatio per filtrum* (Abtropfen lassen durch einen Filzstreifen), die Krystallisation (*congelatio*), die Fixion (*rei fugientis ab igne conveniens ad tolerantiam ejusdem aptatio*), die Ceration (*durae rei non fusibilis mollificatio ad liquificationem*). Er arbeitet mit dem Aschen- und Wasserbad, mit Destillir- und Sublimirgefässen aus Glas und Thon, von denen er eine besondere etwa fünf Fuss hohe Art zur Sublimation der Marchasita das Alludel nennt, und mit besonders und mannichfach construirten Öfen.

### HÖHERE CHEMIE.\*<sup>2</sup>

Der Reichsanzeiger hat das unschätzbare Verdienst, daß in ihm, als dem Sprechsaale Deutschlands, die Angelegenheiten aus

\* Aus dem *Berliner Reichsanzeiger*, vom 8. Oktober, 1796.

dem Gebiete der Kenntnisse und Wissenschaften zur Discussion gebracht, und auf eine Art abgethan werden können, wobey<sup>1</sup> die Menschheit gewinnt. Sollte also darin nicht ein Ding zur Sprache gebracht werden müssen, welches viele tausend—ohne Übertreibung ist es historisch wahr!—deutsche Köpfe und Hände beschäftigt? Ich meine die sogenannte Alchemie oder Metallverwandlung. Es wäre ein unaussprechliches Verdienst für den Reichsanzeiger, wenn er die vielen Sucher des Steins der Weisen, die Forscher der alten Weisheit auf ihrem Pfade leitete oder ihnen zuletzt zeigt, daß sie einem Irrlichte nachgingen. Die Chemie hat nunmehr diejenige Gestalt gewonnen, daß sie im Stande seyn<sup>1</sup> dürfte, die Axiome und die Grundsätze der Alchemie zu würdigen, und zu entscheiden, in wiefern die Metallverwandlung auf gewissen Gründen beruhe oder nicht, und auf der anderen Seite darf man es dem den Deutschen eignen Forschungsgeiste zutrauen, daß noch Männer vorhanden sind, welche ohne Vorurtheil und als Kenner der Scheidekunst die Alchemie studiert haben.

Von dieser letzten Gattung hat sich eine Gesellschaft vereinigt, welche den ganzen Vorrath ächter hermetischen Kentniß gesichtet und verdaut und beydes mit einer Geduld gethan hat, die manche in Erstaunen setzen würde. Sie ist auch überzeugt, daß, wenn der ihr bekannte Weg nicht der wahre ist, so giebt es keine wahre Alchemie und hat keine wahre gegeben. Diese große Aufgabe zu lösen ist der Zweck dieser Motion. Ihre Namen wird das Publikum nicht erfahren, aber sie wird frey<sup>2</sup> von der Sache reden und nichts Bedenkliches darin finden, wenn auch wirklich die Goldkunst eine bekannte Sache werden sollte.

Alle Beweise der Geschichte und der Autorität für die Alchemie werden nicht anerkannt; nur die der Erfahrung oder philosophisch chemischer Grundsätze, sollen stehen bleiben, und dadurch will sie sich zuvor vor aller Weitschweifigkeit und allem Wortgezanke sichern, wodurch die Wahrheit, die hier allein gesucht werden soll, nichts gewinnt. Zuvörderst mögen hier einige Hauptgrundsätze stehen, welche einsichtsvolle Chemisten entweder einräumen, oder ihre Gründe dagegen im Reichsanzeiger

bekannt machen wollen. Eins von beyden muß geschehen, ehe die Gesellschaft sich weiter erklärt, und es muß öffentlich geschehen. Wenn ein oder anderer sich handschriftlich mittheilen will, so wird alles dahin gehörige unter der Adresse „an die hermetische Gesellschaft“ mit einem doppelten Couvert an die Expedition des Reichsanzeigers eingesandt, von woher jeder Freund der Wahrheit richtige Antwort erhält und auf Verschweigung seines Namens sicher rechnen darf.

Die hermetische Gesellschaft.

## DIE PHLOGISTONTHEORIE.\*

DR. A. LADENBURG.<sup>1</sup>

Die Anhänger der Phlogistontheorie betrachten die Verbrennung als in einer Zerstörung bestehend; „nur zusammengesetzte Körper können verbrennen“; sie enthalten alle ein gemeinschaftliches Princip, das Becher terra pinguis, Stahl Phlogiston nennt. Bei der Verbrennung entweicht dieses Princip und der andere Bestandtheil des Körpers bleibt zurück.

Diese Theorie wurde auf alle brennbare Körper angewendet. So besteht den Ansichten Stahls gemäss der Schwefel aus Schwefelsäure und Phlogiston, ein Metall aus seinem Metallkalk, wir würden sagen seinem Oxyd, und Phlogiston. Nach Stahl war der Schwefel mit Phlogiston nicht identisch, war aber wie bei Plinius reich an dem Verbrennungsprincip, welches er im isolierten Zustande nicht kannte. Russ erschien als der an Phlogiston reichste Körper, als fast reines Phlogiston. Die Umwandlung des Metallkalks in das Metall gelang deshalb so gut beim Erhitzen mit Russ, da dieser sein Phlogiston an den Metallkalk übertrug, so dass wieder ein Metall entstand. Dass das Phlogiston im Russ und im Schwefel identisch ist, will Stahl durch sein experimentum novum nachweisen. Hier zeigt er, wie man ein schwefelsaures Salz durch Kohle in Schwefelleber verwandeln kann, aus welcher der Schwefel durch eine Säure

---

\* *Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie in den letzten hundert Jahren*, Zweite Auflage, Seite 6. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

gefällt wird. Aus der Reduction der Metallkalke durch Russ folgert Stahl weiter die Identität des Phlogistons der Metalle mit dem brennbaren Princip im Russ und im Schwefel—und so gelangt er zum Nachweis, dass nur ein solches Princip existire, welches er eben Phlogiston (von *φλογιστόν* verbrannt) nennt. Die Phlogistontheorie war die Grundlage aller chemischen Betrachtungen während eines Jahrhunderts, doch werden wir uns überzeugen, dass während dieser Zeit der Begriff Phlogiston nicht immer seine erste Bedeutung behielt und somit die ganze Anschauungsweise sich änderte.

Stahl und seine nächsten Nachfolger verstehen wir sehr gut, wenn wir überall da, wo sie von einer Aufnahme von Phlogiston sprechen, einen Verlust an Sauerstoff annehmen und umgekehrt; ein phlogistisirter Körper ist für uns eine sauerstoff-freie oder -arme Substanz, kurz man darf vielleicht sagen, das Phlogiston ist negativer Sauerstoff.

Stahl entlehnte den Alten<sup>1</sup> die Ansicht, dass die Verbrennung mit einer Zerstörung, einer Zersetzung, verbunden sei. Er behielt dieselbe bei, obgleich zu seiner Zeit Thatfachen bekannt waren, welche eine Gewichtsvermehrung bei der Verbrennung nachwiesen. Schon Geber, ein Alchemist des 8. Jahrhunderts, scheint solche für Zinn und Blei beobachtet zu haben und die chemische Literatur bis zu Stahl hat mehrere derartige Angaben aufzuweisen. Sehr interessant sind namentlich die Beobachtungen Jean Rey's, Mayow's und Hooke's und die von denselben daraus gezogenen Folgerungen.

Soll es uns nicht mit Staunen erfüllen, wenn wir lesen, dass Becher und Stahl diese Versuche kannten, aber trotzdem ihre Ansichten bewahrten; dass sie die Gewichtsvermehrung für eine begleitende, aber unwesentliche Erscheinung hielten, und, dass entweder die Autorität der Alten oder die Verbrennungserscheinung, die Flamme, welche für sie mit dem Begriff der Zerstörung zu innig verschmolzen ist, Grund genug war, Thatfachen zu vernachlässigen, welche ihr Gebäude hätten umstossen müssen? Ganz besonders auffallend ist es aber, dass Boyle, einer der bedeutendsten Denker des 17. Jahrhunderts, ein Vorgänger Stahls,

der sich einen Bekenner der Bacoschen Schule nannte, der die Gewichtsvermehrung bei der Verbrennung aus eigener Erfahrung kannte, der wusste, dass Luft dazu nöthig war, und die Beobachtung gemacht hatte, dass ein Theil der Luft bei der Verbrennung absorbirt wird, sich nicht entscheiden konnte, ob die Schwefelsäure ein Bestandtheil des Schwefels, oder ob umgekehrt der Schwefel in der Schwefelsäure enthalten sei?

## FORTSCHRITTE IN DER ERKENNTNISZ DER UNZERLEGbaren SUBSTANZEN.\*

HERMANN KOPP.<sup>1</sup>

Wie verändert war das chemische System gegen das Ende des vorhergehenden Jahrhunderts, im Vergleiche dazu, wie es um die Mitte desselben gewesen war! Früher für unzersetzbar gehaltene Körper: Säuren, Metallkalke, das Wasser waren als zusammengesetzte nicht etwa nur vermuthet, sondern mit Sicherheit erkannt; früher als zusammengesetzte angesehen: der Schwefel und der Phosphor, die reine Kohle, die Metalle, standen jetzt als unzersetzbare Körper da. Was man noch um den Beginn des letzten Viertels des vorigen Jahrhunderts den Aristotelischen Elementen an Anerkennung gezollt hatte, war beseitigt, und die Annahme des in der zunächst vorausgegangenen Zeit als den wichtigsten betrachteten chemischen Grundstoff: des Phlogistons, war es auch. Im Gegensatze zu dem Phlogiston, unter dessen Banner sich die Vertheidiger des älteren chemischen Systemes geschaaret hatten, wurde der Sauerstoff jetst als das vorzugsweise wichtige Element betrachtet, und unter dieser Fahne stritten Lavoisier und dann auch seine Anhänger dafür, zur Anerkennung zu bringen, wie die bedeutsamsten chemischen Vorgänge durch das Verhalten und die Wirkungen dieses Elementes und durch den Gehalt von Verbindungen an demselben bedingt seien. Die Verbrennung und die Verkalkung wurden nicht mehr als auf Ausscheidung von Phlogiston, die Feuererscheinung bei dem Verbrennen nicht mehr als auf einer besonderen Wirbelbewegung

\* *Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit*, Seite 207. R. Oldenbourg, München.



des sich ausscheidenden Phlogistons beruhend betrachtet, sondern Verbrennung und Verkalkung als beruhend auf der Vereinigung der diesen Vorgängen unterliegenden Körper mit Sauerstoff, und für die, bei eigentlichen Verbrennungen bis zum Erglühen lassen sich steigende Erhitzung glaubte Lavoisier eine genügende Erklärung durch die Annahme geben zu können, bei solchen Vereinigungen eines Körpers mit dem wägbaren Stoffe, welcher mit Wärmestoffe zusammen das Sauerstoffgas bilde, werde der in dem Sauerstoffgas enthaltene Wärmestoff ganz oder theilweise frei. Sauerstoff wurde als in allen Säuren enthalten angenommen, und unter denjenigen Substanzen, welche sich mit Säuren zu Salzen vereinigen können, wären die Metallkalke als sauerstoffhaltig nachgewiesen. Sauerstoff war als Bestandtheil erkannt in einzelnen organischen Verbindungen, auch nicht sauren; und von Elementen, welche in die Zusammensetzung dieser Art von Verbindungen eingehen, als gewöhnlich vorkommende der Kohlenstoff und der Wasserstoff, sodann auch, als weniger häufig in sie eintretend, aber namentlich bei dem Aufbau thierischer Substanzen theilhaftig, der Stickstoff, der Phosphor und der Schwefel. Viele unter den jetzt anerkannten s. g. chemischen Elementen wurden damals schon als solche betrachtet. Für viele Verbindungen war, was man bereits früher bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung erkannt hatte, erweitert und berichtigt, für viele zuerst überhaupt eine richtige Einsicht gewonnen; und zu dem, was schon die Bestrebungen vorausgegangener Chemiker nach Ermittlung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen ergeben hatten, war eine Fülle weiter gehender Bestimmungen und neuer Resultate vorher unbekannt gebliebener Methoden gekommen.

Wir haben zu betrachten, welche Fortschritte in der Kenntniß der chemischen Elemente und—im weitesten Sinn des Wortes—der Art der Vereinigung derselben zu chemischen Verbindungen die Chemie seit Lavoisier gemacht hat. Wir fassen zunächst das erstere in's Auge.<sup>1</sup>

Versteht man—so lehrte Lavoisier in seinem *Traité de Chimie*—unter Elementen die einfachen und untheilbaren Molecüle,

welche die Körper zusammensetzen, so ist es wahrscheinlich, daß wir dieselben nicht kennen; versteht man darunter die letzten Bestandtheile welche die Analyse ergibt, so sind alle für uns unzersetzbaren Substanzen auch Elemente, nicht daß dieselben als wirklich einfache Körper zu betrachten wären, sondern weil sie uns, so lange bis ihre Zerlegung glückt, als solche erscheinen.

Als solche einfache Körper zählte Lavoisier folgende drei und dreißig auf:

Lichtstoff	Antimon	Nickel
Wärmestoff	Silber	Gold
Sauerstoff	Arsen	Platin
Stickstoff	Wismuth	Blei
Wasserstoff	Kobalt	Wolfram
Schwefel	Kupfer	Zink
Phosphor	Zinn	Kalk
Kohlenstoff	Eisen	Magnesia
Radical der Salzsäure	Mangan	Baryt
Radical der Flußsäure	Quecksilber	Thonerde
Radical der Boraxsäure	Molybdän	Kieselerde

Lavoisier hielt es für schwierig, die Wärmeerscheinungen anders als unter Annahme eines materiellen Wärmestoffs zu erklären, und mindestens sei diese Annahme eine sehr nützliche; noch nicht zu entscheiden sei für den Wärmestoff und den Lichtstoff, welche von beiden (wie Lavoisier sich ausdrückte) eine Modification des anderen sei, und zunächst habe man noch beide gesondert aufzuführen. Diese zwei Stoffe werden zusammen mit Sauerstoff, Wasserstoff, und Stickstoff gestellt zu einer Gruppe einfacher Substanzen, welche den drei Naturreichen angehören und als die Elemente der Körper betrachtet werden können. Schwefel - - - Radical der Borsäure bilden eine Gruppe, deren Glieder nichtmetallische, oxydirbare und säurebildende einfache Substanzen seien; Antimon - - - Zink (die Reihenfolge ist hier nach der französischen Nomenclatur die alphabetische) eine Gruppe einfacher Substanzen, welche als metallische, oxydirbare und säurebildende bezeichnet werden; Kalk - - - Kieselerde eine Gruppe salzbildender erdiger einfacher Substanzen (doch zählt Lavoisier sonst, wo er von den salzbildungsfähigen Erden<sup>1</sup> spricht, deren nur vier und erwähnt

er die Kieselerde da nicht). Von diesen Elementen waren einzelne nur hypothetische; außer dem Wärme- und Lichtstoffe namentlich noch die Radicale der Salzsäure, der Flußsäure und der Boraxsäure,<sup>1</sup> angenommen auf Grund der Lehre, daß alle Säuren nothwendig Sauerstoff enthalten, und als das, was in den genannten Säuren mit Sauerstoff vereinigt sei. Für einige der sonst noch aufgezählten unzerlegbaren Substanzen war ausgesprochen, daß sie, und wie sie wohl zusammengesetzt seien. War schon vorher von anderen Chemikern für einzelne salzbildungsfähige Erden vermuthet worden, dieselben möchten zu Metallen reducirbar, Metallkalke<sup>2</sup> sein, so erklärte sich Lavoisier noch allgemeiner dafür, daß diese Erden wahrscheinlich Sauerstoff in ihrer Mischung<sup>3</sup> enthalten und Oxyde unbekannter Metalle seien. Und für die fixen Alkalien hielt es Lavoisier für so wahrscheinlich, diese Körper seien zusammengesetzte Substanzen, daß er sie gar nicht in die Liste der einfachen, d. h. der unzerlegbaren aufnahm; aber was er über die Art ihrer Zusammensetzung vermuthete, entsprach, so weit er sich überhaupt äußerte (denn er erklärte auch einmal ausdrücklich, die Bestandtheile seien noch unbekannt), den Resultaten späterer Forschungen weniger. Die Präexistenz dieser Alkalien in den Pflanzen betrachtete er nicht als erwiesen, denn man erhalte die ersteren aus den letzteren nur durch Prozesse, welche Sauerstoff und Stickstoff zuführen können, und der Analogie nach sei es wahrscheinlich, daß Stickstoff ein Bestandtheil aller Alkalien sei; die damals durch Berthollet erlangte Erkenntniß der Zusammensetzung des Ammoniaks verleitete zu dieser Schlußfolgerung.

## ÄQUIVALENT UND ATOMGEWICHT. WERTIGKEIT.\*

DR. JOACHIM BIEHRINGER.<sup>4</sup>

Vergleicht man die Äquivalentgewichte, d. h. die Gewichtsmengen, welche 1 Gew.-Th. H zu binden oder zu vertreten vermögen, mit den Atomgewichten, so findet man, daß letztere z. T. mit ihnen übereinstimmen, z. T. einfache Vielfache derselben sind.

\* *Einführung in die Stöchiometrie*, Seite 417. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

So ist bei den Halogenen und Alkalimetallen Äquivalent und Atomgewicht gleich. Beim Sauerstoff, Schwefel, den alkalischen Erden ist das Atomgewicht doppelt, bei Stickstoff, Phosphor, Aluminium dreimal, bei Kohlenstoff, Silicium, Zinn viermal so groß als das Äquivalentgewicht, u. s. w.

Da nun die Atome unteilbar sind, so müssen sie in den letztgenannten Fällen mehrere Gewichtsteile bzw. Atome Wasserstoff binden oder vertreten können, d. h. sie müssen mehreren Atomen Wasserstoff gleichwertig sein. Bei Sauerstoff ist das Äquivalentgewicht = 8, das Atomgewicht (16) doppelt so groß, so daß seine Atome zwei Atomen Wasserstoff gleichwertig sind, zwei Atome desselben binden oder ersetzen können. Bei Stickstoff ist das Atomgewicht (14) dreimal so groß als das Äquivalentgewicht ( $4\frac{2}{3}$ ), so daß das Atom drei Atomen Wasserstoff gleichwertig ist. Bei Kohlenstoff ist das Atomgewicht (12) das Vierfache des Äquivalentgewichtes (3), das Atom mithin vier Atomen Wasserstoff äquivalent.

Wenn man also die Bindekraft der Elementaratome, ihre Sättigungskapazität oder Wertigkeit (Valenz) auf das Wasserstoffatom als Einheit bezieht, so würden diejenigen Elemente, welche ein Atom desselben zu binden oder zu vertreten vermögen, als einwertig oder univalent, diejenigen, welche mehrere Atome Wasserstoff binden oder ersetzen können, im allgemeinen als vielwertig oder multivalent, im besonderen als zweiwertig (bivalent), dreiwertig (trivalent), vierwertig (quadrivalent), etc. zu bezeichnen sein (öfters werden auch die halb griechischen, halb lateinischen Wörter monovalent, tetravalent, polyvalent gebraucht, selten die Bezeichnungen einatomig, u. s. w.), je nach der Zahl der Bindeeinheiten, die sie zur Wirkung bringen. Die höchste Wertigkeit, die ein Element zu äußern vermag, zeigt das Os im  $\text{OsO}_4$ , nämlich 8.

Man erhält also die Wertigkeit eines Elementes, wenn man das Atomgewicht durch das Äquivalentgewicht teilt. Man drückt sie aus durch römische Zahlen oder Striche über oder neben den Atomsymbolen, z. B.  $\text{O}^{\text{II}}$  oder  $\text{O}^{\text{II}}$ , oder auch durch Bindestriche, z. B. -O-, und erklärt sie damit, daß die chemische Anziehungs-

kraft vorzugsweise nach gewissen Richtungen wirkt, deren Zahl der Wertigkeit des Atoms entspricht.

Einwertige Elemente verbinden sich im Verhältnis von 1 At.; 1 At., z. B.  $\text{H-Cl}$ ,  $\text{H-H}$ , zweiwertige Elemente mit zwei Atomen einwertiger Elemente oder einem Atom eines zweiwertigen Elementes, z. B.  $\text{H-O-H}$ ,  $\text{Ca=O}$ ,  $\text{O=O}$ . Bei dreiwertigen Elementen bindet ein Atom drei Atome einwertiger Elemente derselben oder verschiedener Art, z. B.  $\text{N}\equiv\text{H}_3$ ,  $\text{H-N=J}_3$ ,  $\text{N}\equiv\text{N}$ , oder je ein Atom eines ein- und eines zweiwertigen Elementes, z. B.  $\text{O=Bi-Cl}$ ; oder endlich treten zwei Atome des dreiwertigen mit drei Atomen eines zweiwertigen Elementes zusammen, z. B.  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , u. dergl. m.

In besonderen Fällen können die Atome mehrwertiger Elemente nicht die volle Zahl ihrer Valenzen zur Wirkung bringen, wie in  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ . Bei solchen Verbindungen, welche mehrere Atome derselben Art enthalten, hat man die Erscheinung damit erklärt, daß diese sich mit zwei und mehr Valenzen gegenseitig sättigen, z. B. im Äthylen,  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ , Acetylen,  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ , Stickoxydul,  $\text{N}_2\text{O}$ . Derlei Verbindungen wurden nach Erlenmeyer als ungesättigt bezeichnet, da sie im Stande sind, noch Atome aufzunehmen, bis ihre Valenzen sämtlich gesättigt sind. So kann  $\text{CO}$  in  $\text{CO}_2$ ,  $\text{COCl}_2$ , übergeführt werden.

Während einige Elemente, wie Wasserstoff, Kohlenstoff, allen Elementen gegenüber konstante Wertigkeit besitzen, ist diejenige der meisten anderen Elemente zwar dem Wasserstoff gegenüber ebenfalls unveränderlich; aber sie wechselt in den Verbindungen mit Sauerstoff und Halogenen, und zwar mit einer gewissen Regelmässigkeit. Schwefel bildet nur ein Hydrür,  $\text{H}_2\text{S}$ , dagegen zwei Chloride,  $\text{SCl}_2$ , und  $\text{SCl}_4$ , Stickstoff ein Hydrür,  $\text{NH}_3$ , dagegen eine Verbindung  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Noch größer ist der Wechsel in den Sauerstoffverbindungen. So tritt der Schwefel bei  $\text{S}_2\text{O}_3$  dreiwertig, bei  $\text{SO}_2$  vierwertig, bei  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sechswertig, bei  $\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ , siebenwertig auf. Die Halogene vermögen gegen Sauerstoff bis zu sieben Wertigkeiten, z. B. in der Überchlorsäure  $\text{HClO}_4$ , zur Geltung zu

bringen. Auch die ungesättigten Körper lassen sich als solche Verbindungen wechselnder Valenz auffassen.

Andererseits giebt es eine große Zahl wohl charakterisierter chemischer Verbindungen, in denen mehr Valenzen vorhanden sein müssen, als die vorhandenen Atome nach ihrem sonstigen Verhalten besitzen. Dahin gehören die Krystallwasserverbindungen und die ihnen vergleichbaren Doppelsalze, die Fähigkeit des Methyläthers, mit einer Molekel Salzsäuregas die Verbindung  $(\text{CH}_3)_2\text{O} \cdot \text{HCl}$  zu bilden, u. a. Man hat die Entstehung derartiger Körper durch eine von Molekel zu Molekel wirkende Gesamtanziehung zu erklären gesucht und sie demgemäß als molekulare Verbindungen bezeichnet. Wir müssen aus alledem den Schluß ziehen, daß die Wertigkeit der meisten Elementaratome nicht eine konstante, den Elementaratomen als solche zukommende Eigenschaft ist, sondern daß sie ebensogut von der Beschaffenheit der anderen, mit ihnen sich verbindenden Elementaratome und den Umständen, unter welchen diese Verbindung stattfindet, abhängig ist, d. h. daß sie wechseln kann, wie dies schon Frankland, einer der Begründer der Valenzlehre, aussprach. Die Verbindungen der Elemente welche mehrere Wertigkeiten zur Wirkung bringen können, zerfallen demzufolge in mehrere Reihen, in denen jedesmal die Wertigkeit konstant ist. Diese einzelnen Reihen weisen oft unter einander größere Verschiedenheiten auf, als sie zwischen einer solchen Reihe und den Verbindungen eines anderen Elementes von analoger chemischer Konstitution bestehen. So schließen sich die Verbindungen des Eisenoxyduls an diejenigen des Magnesiums, Mangans, Nickels, Kobalts in ihren Reaktionen und der Isomorphie ihrer Verbindungen an, während die Verbindungen des Eisenoxyds in ihrem Verhalten und ihrer Krystallform den entsprechenden Verbindungen des Aluminiums, Chromoxyds, sich an die Seite stellen. Von letzterem Elemente erinnern die Verbindungen der höheren Oxydationsstufe, der Chromsaure, vielfach in ihrem Verhalten an die analog konstituierten Salze der Schwefelsäure u. dergl. m. Die Verbindungen jeder Oxydationsstufe eines Elementes lassen sich ferner meist durch einfache

Umsetzungen in einander überführen, während es besonderer Mittel, oxydierender bzw. reduzierender Stoffe bedarf, um von einer Reihe in die andere zu gelangen.

Elemente, welche der selben Familie zugehören, zeigen gleiche Wertigkeit und gleiche Veränderlichkeit derselben. So sind die drei Halogene gegen Wasserstoff stets einwertig, während sie gegenüber Sauerstoff bis zu sieben Valenzen aufweisen u. s. w.

Es sei noch betont, daß die Wertigkeitskoeffizienten abhängig von dem jeweiligen Stande unserer Kenntnisse über die Verbindungen eines Elementes sind. So tritt das Eisen in den Ferroverbindungen zweiwertig auf, während man in den Ferriverbindungen früher zwei vierwertige Eisenatome annahm, die sich mit einer Valenz gegenseitig sättigen und sonach sechs freie Valenzen zur Wirkung bringen. Nun hat die Molekulargewichtsbestimmung für Eisenchlorid die Formel  $\text{FeCl}_3$  ergeben, so daß das Eisen in den Ferriverbindungen dreiwertig ist.

## DIE MOLEKELN.\*

DR. JOACHIM BIEHRINGER.

Eine Scheidung der Begriffe Atom und Molekel hat, wie später zu erörtern sein wird, zuerst im Jahr 1811 der italienische Physiker Graf Amadeo Avogadro di Quaregna (1776 bis 1856) gegeben. In den vierziger Jahren<sup>1</sup> haben A. Laurent (1807 bis 1853) und K. Gehrhardt (1816 bis 1856) die Frage von neuem erörtert und scharfe Definitionen für die beiden Begriffe aufgestellt.

Die Molekeln sind danach die kleinsten Theilchen der Körper, welche für sich im freien Zustande zu existieren vermögen. Sie bilden die Grenzen, bis zu welchen wir einen Körper durch mechanische Mittel, welche seine chemische Beschaffenheit nicht ändern, z. B. durch Verdampfen, Lösen, zerteilen können; sie gehorchen bestimmten, in den folgenden Abschnitten zu besprechenden Gesetzen, die zusammen das Gebiet der Molekularphysik ausmachen.

\* *Einführung in die Stöchiometrie*, Seite 41. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

Die Molekeln sind aber zugleich auch die kleinsten Theilchen der Körper, welche in chemische Reaktionen eintreten oder bei solchen gebildet werden.

Alle Molekeln eines einheitlichen Körpers sind gleich; ihre Eigenschaften bedingen diejenigen der ganzen Substanz, welche ja nur ein durch die Kohäsion zusammengehaltener Haufe von Molekeln ist. Die Molekeln zweier Stoffe, z. B. Kochsalz und Zucker, unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung voneinander genau ebenso, wie diese selbst, so daß man die Zusammensetzung der Molekeln für diejenige des Körpers setzen kann. Solang sie unversehrt sind, bleiben auch die Eigenschaften der Substanz unverändert.

Eine weitere Zerlegung der Molekeln chemischer Verbindungen in die Atome der sie zusammensetzenden Elemente ist nur durch chemische Eingriffe möglich, welche aber sofort auch den ganzen Charakter der Substanz ändern.

Die chemischen Reaktionen beruhen darauf, daß durch Einwirkung verschiedener Molekeln auf einander neue Molekeln mit einer andern Anordnung der Atome, und damit neue Körper erzeugt werden; die Atome selbst gehen, wie schon oben gezeigt wurde, unverändert aus einer Molekel in die andere über.

Die Zahl der Atome in den Molekeln ist verschieden. Wir kennen solche, welche aus einem Atom bestehen, wie dies bei den Molekeln sämtlicher bis jetzt untersuchten Metalle im Dampfzustande der Fall ist: andererseits kann dieselbe, so in den Molekeln der Eiweisskörper ungemein groß sein. Auch die Elemente selbst treten entweder, wie in dem ebengenannten Fall, als freie Atome auf; oder es sind auch hier zwei und mehr derselben, infolge der gegenseitigen Anziehung, zu Molekeln verbunden. Entsteht z. B. bei einer Reaktion freier Wasserstoff, so lagern sich immer je zwei Atome desselben im Augenblick des Freiwerdens zusammen, eine Molekel Wasserstoff zu bilden. Vereinigen wir umgekehrt Wasserstoff und Chlor miteinander, so spalten sich erst die zweiatomigen Molekeln beider Gase in ihre Atome, die dann zu den Chlorwasserstoffmolekeln zusammen treten.



Wir können demnach Elemente und Verbindungen auch so definieren, daß bei ersteren die Molekeln aus gleichartigen, bei letzteren aber aus verschiedenartigen Atomen bestehen.

Für die Aischauung, daß die Elemente in Form zwei- oder mehratomiger Molekeln auftreten, lassen sich verschiedene Erscheinungen ins Feld führen.<sup>1</sup> Eine Anzahl von Gasen, wie Wasserstoff und Chlor oder Sauerstoff, vereinigen sich nicht miteinander, wenn sie im Dunkeln gemischt werden, sogleich aber, wenn sie dem Sonnenlichte oder der hohen Temperatur des elektrischen Funkens ausgesetzt werden. Beständen diese Elemente aus freien Atomen, so müßte ihre Verbindung auch im Dunkeln ohne Schwierigkeit vor sich gehen. Die Thatsache wird am leichtesten verständlich, wenn wir in den elementaren Gasen eine gegenseitige Bindung der Atome annehmen, welche erst durch irgend welche Mittel, durch die Ätherwellen oder sehr hohe Temperatur, gelöst werden muß, bevor eine Reaktion eintreten kann.

Die früher erwähnten allotropen Modifikationen der Elemente lassen sich ebenfalls bloß dadurch erklären, daß in den Molekeln derselben eine verschiedene Zahl von Atomen vorhanden ist.

Als weiterer Beweis wird endlich noch angeführt, daß die Elemente im Entstehungszustande (status nascendi), d. h. in dem Augenblicke in welchem sie aus Verbindungen als freie Atome abgeschieden werden, eine Reaktionsfähigkeit zeigen, die ihnen im molekularen Zustande niemals eigen ist. So können wir die sonst eine Temperatur von etwa 650° beanspruchende Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser bei gewöhnlicher Temperatur bewirken, wenn einer der beiden Bestandtheile, bei Reduktionen der Sauerstoff, bei Oxydationen der Wasserstoff, aus einer Verbindung ausgeschieden werden muß.

Wir kennen die große Mehrzahl der Elemente nur in Form ihrer Molekeln. Die Eigenschaften, welche wir ihnen zuschreiben, gehören ihren Molekeln zu. Diejenigen ihrer Atome sind uns meist unbekannt, da wir sie für gewöhnlich nicht im freien Zustande, sondern nur in Verbindung mit anderen Atomen erhalten.

BRIEF VON WÖHLER AN BERZELIUS.\*<sup>1</sup>

Heidelberg d. 17. Juli 1823.

Durch das Studium Ihrer Schriften von der größten Hochachtung für Sie durchdrungen, hielt ich es von jeher für ein großes Glück, unter der Leitung eines solchen Mannes diejenige Wissenschaft treiben zu können, die immer meine Lieblings-Neigung war. Obgleich ich früher den Plan hatte Arzt zu werden, und daher nur den gewöhnlichen medicinischen Coursus durchgemacht habe, so ist es doch nun beschlossen, der stärkeren Neigung nachzugeben und ausschließlich Naturwissenschaften und vor allen Chemie als mein künftiges Studium und Treiben zu wählen. Ich wage es daher, besonders durch den Rath des Herrn L. Gmelin aufgemuntert, unter dessen Leitung ich seither die Chemie trieb, anzufragen, ob mir das Glück zu Theil werden kann, künftigen Winter in Ihrem Laboratorium arbeiten zu können. Ich glaubte um so eher diesen Schritt thun zu dürfen, da ich meine Anfänger-Arbeiten einer für mich höchst ehrenvollen Berücksichtigung von Ihnen gewürdigt sah, und diesen Umstand gewissermaassen für einige Fürsprache und Empfehlung, als für einen Ihnen sonst ganz unbekannten betrachtete.

Ich hoffe in Kurzem hier das medicinische Examen zu machen und wäre dann gesonnen, gleich nach Empfang Ihrer gütigen Antwort nach Stockholm abzureisen. Da bekanntlich die Seefahrt dahin in später Jahreszeit nicht die günstigste ist, so darf ich um Entschuldigung hoffen, wenn ich den Wunsch hinzufüge, recht bald mich Ihrer Entscheidung erfreuen zu dürfen.

Mit der größten Hochachtung F. WÖHLER,

aus Frankfurt am Main.

## BRIEF VON BERZELIUS AN WÖHLER.†

Stockholm d. 1. August 1823.

Wer unter der Leitung des Herrn Leopold Gmelin Chemie

\* Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler, Seite 1. Herausgegeben von Dr. O. Wallach. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

† Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler, Seite 2. Herausgegeben von Dr. O. Wallach. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

studirt hat, findet gewiß bey mir sehr wenig zu lernen. Demungeachtet will ich mir nicht die glückliche Gelegenheit Ihre persönliche Bekanntschaft zu machen versagen, und werde Sie daher herzensgern als mein Arbeits-Camerade annehmen. Nur wünsche ich, daß Sie nicht bekannt machen daß Ihre Reise nach Stockholm durch ein zwischen uns getroffenes Übereinkommen bedingt wird, weil ich ein par andere, die ich entweder für ganz Anfänger oder solche die sich, durch seine ausländische Studien, geltend machen wollten, zu halten Ursach habe, ein abneigendes Antwort gab.

Sie können kommen, wenn Sie wollen. Vermuthlich sind Sie nicht eher als gegen Ende September fertig. Ich mache eine kleine Reise in Augusti und September, um den Professor Mitscherlich bei einem gemeinschaftlichen Freunde in Schonen zu treffen, und werde dann in der letzten Hälfte von September zurück kommen. Haben Sie die Güte Hrn. Hofrath Gmelin mein Respect zu melden.<sup>1</sup>

Ganz ergebenst

JAC. BERZELIUS.

## VERSCHLUCKUNG DES STICKSTOFFS BEI DEM KEIMEN.\*

THEODOR DE SAUSSURE.<sup>2</sup>

Alle Versuche, die ich über die keimenden Saamen in der atmosphärischen Luft angestellt habe, zeigen, daß diese ihren Stickstoffgehalt dabei in mehr oder weniger bedeutender Menge vermindert. Diese zuweilen sehr bemerkbare Verminderung ist ein andermal so gering, daß sie mit den Fehlern der Beobachtung zusammen zu fallen scheint. Allein das constante der Erfolge läßt keinen Zweifel übrig für die Wirklichkeit dieser Absorption, man würde annehmen können, daß sie einzig der Erfolg einer von der Porosität abstammenden Aufsaugung sey; man muß bedenken, daß diese nur einer Theil dazu beitrage, weil der keimende Saame, nachdem er sich einige Tage in der Luft

\* *Annalen der Pharmacie*, Band 13, Seite 137 (1835).

befunden hat, während einer genügenden Zeit, um mit Stickstoffgas gesättigt zu werden, nicht aufgehört hat die Absorption dieses Gases fortzusetzen; allein man kann annehmen, daß die Porosität ihren Antheil an dieser Fixirung beitrage, weil die Saamen, die ich geprüft habe, in einer Atmosphäre, welche viel mehr Sauerstoff enthielt als die Luft, kein Stickstoffgas absorbirten; so dass diese Verdichtung nur wenig oder gar nicht bei den, in einer aus gleichen Theilen Sauerstoffgas und Stickstoffgas zusammengesetzten Atmosphäre, keimenden Erbsen bemerkbar ist. Man weiß, daß bei der von der Porosität abstammenden Absorption die Gegenwart des einen Gases der Verdichtung des andern zum Theil ein Hinderniß entgegensetzt. Nach dieser Beobachtung, an die erste angereiht, kann man die Wirkung der Porosität nur als eine Unterstützung der Bindung von Stickstoffgas bei den keimenden Saamen betrachten.

Ich habe gefunden, daß einige in Gährung befindliche vegetabilische Substanzen das Stickstoffgas der sie umgebenden Luft verschluckten; wie die Erbsen, welche ihre Keimfähigkeit durch langes Liegen in Wasser eingebüßt haben. Obschon die Saamen, welche ich in der Luft habe keimen lassen, nicht gelitten zu haben scheinen, so kann ich doch in keine Erörterung über diesen Gegenstand eingehen, weil es unmöglich ist, immer in einer lebenden Pflanze die Erfolge der Vegetation von denen der Gährung zu unterscheiden, und welche nur in Theilen, die unserer Prüfung entgehen, stattfinden können.

Man wird ohne Zweifel diesen Erfolgen des Keimens diejenigen der Vegetation der beblätterten Pflanzen entgegensetzen, wo die Absorption von Stickgas noch nicht wahrgenommen worden ist; obschon aber diese Verrichtung dabei gewiß zu schwach ist, um der ganzen Bildung ihrer Früchte zu Hülfe zu kommen, so muß sie bis zu einem gewissen Punkt in Betracht dieser letzteren unentschieden bleiben, (1) weil diese einen viel geringer kräftigen Wachsthum in verschlossenen Gefäßen, wie die keimenden Saamen, so wie ich es oben gesagt habe, zeigen; (2) weil die Gestalt der Gefäße, welche zu den Versuchen über die Keimung verwendet wurden, erlaubten, in der betreffenden

Atmosphäre eine Volumenveränderung wahrzunehmen, die mit dem der Zärtlichkeit des größeren Theils der beblätterten Pflanzen und dem großen Raume, den sie einnehmen, angepassten Apparate nicht beobachtet werden kann; (3) weil sie in ihrem Inneren einen großen Theil Luft verborgen halten, wovon die Veränderungen unbestimmt bleiben.

Anmerkung des Herausgebers: diese Übersicht, welche wir von einem Theile der Abhandlung des Hrn. Theodor de Saussure gegeben haben, ist auf eine große Anzahl von Versuchen gegründet, die wir bedauern nicht im einzelnen mittheilen zu können. Diese mit einer ausgezeichneten Genauigkeit und mit Apparaten, vollkommener als man seither angewendet hat, gemachten Versuche haben, wie man sieht, Resultate geliefert, die den ersten Beobachtern und dem Herrn Saussure selbst entgingen.

VERSUCHE DER GESELLSCHAFT AMSTERDAMER  
PHYSIKER<sup>1</sup> ÜBER DREI VERSCHIEDENE ARTEN  
VON KOHLE HALTIGEM WASSERSTOFFGAS,  
WELCHE SICH AUS ALKOHOL UND  
ÄTHER ENTWICKELN LASSEN.\*

Die bekannten Physiker, Deiman, Van Troostwyk, Lawrenberg und Bondt zu Amsterdam, welche schon seit mehreren Jahren gemeinschaftliche Versuche anstellten, richteten im Jahre 1795 ihre Untersuchungen vorzüglich auf das Gas, welches sich bei der Verbindung concentrirter Schwefelsäure mit Alkohol entwickelt. Bei dieser Verbindung zersprengt es, wie bekannt, gar häufig die Gefässe; es brennt mit einer öhligen Flamme,<sup>2</sup> so dass man es in den electrischen Lampen der brennbaren Luft vorzieht, bildet unter gewissen Umständen Oehl (daher sein Name; Öhl erzeugendes Gas), und hat im Vergleiche der Gasarten, die sich aus Alkohol oder Aether bei anderer Behandlungsart entwickeln, so merkwürdige Eigenschaften, daß eine genauere Untersuchung desselben die Mühe zu lohnen versprach. Da das Gas sich bei Verfertigung des Schwefeläthers<sup>3</sup> gewöhnlich

\* *Annalen der Physik*, Band 14, Seite 201 (1799).

erst gegen Ende des Processes entwickelt, so nahm man beide Stoffe in dem Verhältnisse, worin sie dann bei der Aethererzeugung zu stehen pflegen, d. h., auf vier Theile concentrirter Schwefelsäure einen Theil Alkohol, und behandelte das Ganze in einem zu Luftversuchen schicklichen Glasgeräthe. Sobald beide Stoffe gemischt sind, erhitzen sie sich, werden braun, und geben auch ohne Beiritt von äußerer Wärme ein Gas. Erwärmt man sie, so brausen sie viel stärker auf und werden schwarz; es entwickelt sich eine große Menge von Luft;<sup>1</sup> und soll nicht die ganze Mischung davon gehen, so muß man aufhören, sie zu erwärmen. Der Rückstand, nachdem das Gas sich entwickelt hat, ist Schwefelsäure mit Kohlenstoff vermischt und dadurch geschwärzt. Anfangs und zu Ende der Operation ist das entbundene Gas stark mit schwefelsaurem Gas<sup>2</sup> vermischt; in der Mitte des Processes pflegt es reiner zu seyn und nur  $\frac{1}{4}$  schwefelsaures Gas zu enthalten. Luftsäure findet sich darin gar nicht. Mit Wasser und Ammoniak gewaschen, wird es sehr rein. Das Gewicht dieses Gas beträgt 0.909 vom Gewichte der atmosphärischen Luft; wenn es recht rein ist, riecht es unangenehm, und es brennt mit einer starken und dichten Flamme, gleich harzigem Oehle. Monate lang mit Wasser gesperrt, bleibt es unverändert; ebensowenig wirken darauf Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, Salpeterluft, Alkalien und Phosphor, selbst wenn er bis zum Schmelzen erhitzt wird. Ammoniak im elastischen Zustande vermehrt bloß den Umfang desselben, ohne es sonst zu verändern.

Der einzige Stoff, welcher auf dieses Gas Chemisch wirkt, ist das oxygenirte salzsaure Gas. In einer Glasröhre über Wasser zu gleichen Theilen gemischt, verschlucken beide sich schneller als Wasser und salzsaures Gas. Dabei entsteht ein dickliches perlgraues Oehl, das specifisch schwerer als Wasser ist, sich an der Luft gelb färbt, pikant und angenehm riecht, süßlich, doch ganz anders als Aether, schmeckt, sich im Wasser auflöst und diesem seinen Geruch mittheilt, und durch flüssiges vegetabilisches Alkali einen noch lieblicheren Geruch erhält, indem dieses den Geruch der oxygenirten Salzsäure ganz davon

abscheidet. (Sie konnten sich nicht genug von diesem Oehle verschaffen, um es einer chemischen Prüfung zu unterwerfen. Eine Art von Aether scheint es auf keinen Fall zu sein.) Die Glasröhre erhitzt sich bei diesem Prozesse, und füllt sich mit einem weißen Dampfe, und es bleibt darin nur  $\frac{1}{3}$  des brennbaren Gases übrig, welches noch eben so brennbar als zuvor ist. Gerade dieselben Erscheinungen erfolgten bei einer Mischung aus vier Theilen oxygenirten salzsauren Gases und einem Theil des aus Schwefelsäure und Alkohol entwickelten Gases, das acht Tage lang über Wasser gesperrt worden war. Nachdem man vom gasartigen Rückstande das übrige salzsaure Gas abgeschieden hatte, blieb etwa  $\frac{1}{20}$  an Stickgas übrig. Weder in den Rückständen bei diesem Prozesse noch beim Abbrennen des Gases mit Sauerstoffluft durch Hülfe electricischer Funken, zeigte salzsaure Schwererde eine Spur von schwefelsaurer Luft; ein Beweis, daß das brennbare Gas nicht etwa eine Auflösung des Aethers in schwefelsaurem Gas war. Da es weder den Geruch von schwefelhaltigem Wasserstoffgas hat, noch beim Verbrennen sich Schwefel daraus niederschlägt, so kann auch kein Schwefel in der Mischung dieses Gases enthalten seyn. Die Basis desselben kann also nur durch eine eigene Verbindung unter den Bestandtheilen der Schwefelsäure und des Alkohols, d. h., von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, entstehen. Die Anwesenheit des letzteren läugnen die holländischen Physiker aus dem Grunde, weil sich sonst entweder Wasser oder Kohlensäure hätte bilden müssen. Nicholson bemerkt aber mit Recht, daß dieses bei einer chemischen Verbindung aller dreier Stoffe miteinander nicht nöthig ist, wie denn eine solche Verbindung wahrscheinlich in dem erzeugten Oehle wirklich bestehe. Die Anwesenheit von Wasserstoff und Kohlenstoff in diesem Gas beweisen auch folgende Versuche: Als die genannten Physiker es durch eine Röhre, die mit schmelzendem Schwefel gefüllt war, trieben, erhielten sie schwefelhaltiges Wasserstoffgas<sup>1</sup> und der Schwefel färbte sich schwarz; in einer glühenden Röhre, die Braunstein enthielt, verwandelte sich ihr Gas in kohlen-saures Gas; auch beim Abbrennen mit Sauerstoffgas durch electriche

Funken blieb im Rückstande Kohlenstoffgas; und als sie es mit oxygenirtem salzsaurem Gas mischten und ehe noch die Oehlerzeugung vor sich ging, abbrannten, wurde das Glasgeräthe mit Kohlenstoff in Gestalt von Lampenschwärze bedeckt. Dieses bestimmte die holländischen Physiker, ihrem Gas den Namen kohlenhaltiges, öhliges Wasserstoffgas, zu geben.

NOTE.—The two other gases found by the Dutch chemists and referred to in the heading of this article were formed on passing the vapors of alcohol and ether through heated glass tubes, and were probably mixtures of various combustible gases.

### VERSUCH ZU EINER GRUPPIRUNG DER ELEMENTAREN STOFFE NACH IHRER ANALOGIE.\*

J. W. DÖBEREINER.<sup>1</sup>

Sehr interessant waren für mich Berzelius Versuche zur Bestimmung der Atomgewichte des Jods und Broms (Diese Annalen Bd. 102, S. 558), denn sie bestätigen die früher in meinen Vorlesungen ausgesprochene Vermuthung, daß vielleicht das Atomgewicht des Broms das arithmetische Mittel der Atomengewichte des Chlors und Jods sey. Dieses Mittel ist nämlich

$$35.470 + 126.470 = 80,970,$$

eine Zahl, welche zwar etwas größer ist, als die von Berzelius gefundene (78,383), aber doch dieser so nahe kommt, dass man fast hoffen darf, die Differenz werde bei (künftigen) wiederholten Scharfen Bestimmungen der Atomengewichte dieser drei Salzbilder ganz verschwinden. Zu jener Vermuthung gab ein bereits vor 12 Jahren gemachter Versuch, die Stoffe nach ihrer Analogie zu gruppiren, Anlaß, und wobei ich fand, daß das specifische Gewicht und das Atomgewicht der Strontianerde sehr nahe das arithmetische Mittel der specifischen Gewichte und der Atomengewichte des Kalk und der Baryterde ist, denn

$$\frac{356,019 (= \text{CaO}) + 956,880 (= \text{BaO})}{2} = 656,449 (= \text{SrO}),$$

\* *Annalen der Physik und Chemie*, Band 103, Seite 301 (1829).



und die Erfahrung giebt für dieselbe, nämlich für die Strontianerde, die Zahl 647,285.

In der Gruppe der Alkalien steht in dieser Hinsicht das Natron in der Mitte, denn setzt man für das Lithion die von Gmelin bestimmte Atomzahl = 195,310 und die für das Kali = 589,916 so ist das arithmetische Mittel dieser Zahlen

$$\frac{195,310 + 589,916}{2} = 392,613,$$

was der von Berzelius bestimmten Atomzahl des Natrons = 390,897 sehr nahe kommt.

Für die Gruppe des Phosphors und Arseniks fehlt der dritte Factor. Mitscherlich, der Schöpfer der Isomorphologie,<sup>1</sup> wird denselben, wenn er vorhanden ist, zu finden wissen.

Gehören Schwefel, Selen und Tellur zu einer Gruppe, was man wohl annehmen darf, da das specifische Gewicht des Selens genau das arithmetische Mittel der spec. Gew. des Schwefels und des Tellurs ist, und alle drei Stoffe sich mit dem Wasserstoff zu eigenthümlichen Wasserstoffsäuren verbinden, so bildet Selen das mittlere Glied, weil

$$\frac{32,239 (= S) + 129,243 (= Te)}{2} = 80,741,$$

und die empirisch gefundene Atomenzahl des Selens = 79,263 ist (das Tellur hat gewiß eine höhere Oxydationsstufe als  $TeO_2$  ist. Vielleicht kann es unter denselben Umständen, unter welchen Mitscherlich  $SeO_3$  aus Se gebildet hat, in  $TeO_3$  verwandelt werden).

Das Fluor gehört zwar zu den Salzbildern, aber gewiß nicht in die Gruppe des Chlors, Broms und Jods, sondern vielmehr zu einer anderen Classe von Salzbildern, welche sich zu den ersteren wie die alkalischen Erden zu den Alkalien verhalten. Da es eine sehr kleine Zahl hat, so bildet es wahrscheinlich das erste Glied dieser vermutheten Gruppe, und in diesem Falle wären noch zwei andere Glieder zu entdecken, wenn nämlich die Trias ein Gesetz für alle Gruppen chemischer Stoffe ist.

Vergleicht man die Zahlen welche die Atomengewichte der hier gruppirten Stoffe ausdrücken, mit der Intensität der chemischen

Anziehung, die diesen Stoffen zukommt, so findet man, daß erstere mit den letztern bei den Alkalien und alkalischen Erden im *geraden* Verhältnisse, bei den Salzbildern aber im *umgekehrten* Verhältnisse stehen, daß nämlich Kali, welcher unter den Alkalien die größte Zahl hat, als solches das mächtigste, das Lithion aber, welches die kleinste Zahl hat, das schwächste ist, und daß das Natron, welches den mittlern Werth von Kali und Lithion behauptet, schwächer als Kali und mächtiger als Lithion ist. Ebenso verhalten sich Baryt-, Kalk- und Strontianerde. Chlor aber, welches die kleinste Zahl hat, ist der mächtigste, und Jod, welches die größte Zahl behauptet, der schwächste Salzbilder, und in der Mitte beider liegt das Brom. Drückt man die Intensität der chemischen Anziehungskraft der gruppirten Stoffe durch die Zahlen 1, 2 und 3 aus, so lassen sich diese Betrachtungen übersichtlich auf folgende Art darstellen:

## a) SALZBILDER UND DEREN SÄUREN.

			Intensität der chem. Anziehung
221,325 = Cl.	455,129 = HCl.	942,650 = ClO <sub>5</sub> .	3
789,145 = J.	1590,770 = HJ.	2078,290 = JO <sub>5</sub> .	1
$\frac{1010,470}{2}$ = Br.	$\frac{2045,899}{2}$ = HBr.	$\frac{3020,940}{2}$ = BrO <sub>5</sub> .	2

## b) SÄUREBILDER UND SÄUREN.

201,165 = S.	213,644 = HS.	501,165 = SO <sub>3</sub> .	3
806,452 = Te.	831,412 = HTe.	1106,452 = TeO <sub>3</sub> ?	1
$\frac{1007,617}{2}$ = Se.	$\frac{1045,056}{2}$ = HSe.	$\frac{1607,617}{2}$ = SeO <sub>3</sub> .	2

## c) ALKALIBILDER UND ALKALIEN.

95,310 = L.	195,310 = LO.	1
489,916 = K	589,916 = KO.	3
$\frac{585,226}{2}$ = Na.	$\frac{785,226}{3}$ = NaO.	

## d) ERDALKALIBILDER UND ALKALISCHE ERDEN.

256,019 = Cu.	356,019 = CuO.	1
856,880 = Ba.	956,880 = BaO.	3
$\frac{1212,899}{2}$ = Sr.	$\frac{1312,899}{2}$ = SrO.	2

Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff scheinen isolirt zu stehen, die Repräsentanten der Basen-, Säuren-, und Salzbilder zu seyn. Der Umstand daß das arithmetische Mittel der Atomgewichte des Sauerstoffs = 16,026 und des Kohlenstoffs = 12,256 das Atomengewicht des Stickstoffs = 14,138 ausdrückt, kann hier nicht in Betracht kommen, weil zwischen diesen drei Stoffen keine Analogie stattfindet.

Die Erdmetalle und die Erden selbst nach ihrer Ähnlichkeit zusammenzustellen, wollte mir noch nicht genügend gelingen. Es bilden zwar:

Bor und Silicium, mithin auch  $\text{BO}_3$  und  $\text{SiO}_3$ ,<sup>1</sup>

Aluminium und Beryllium, also auch  $\text{AlO}_3$  und  $\text{BeO}_3$ ,

Yttrium und Cerarium,<sup>2</sup> daher auch  $\text{YO}$  und  $\text{CeO}$

besondere Gruppen, aber jeder derselben fehlet das dritte Glied. Das Magnesium stehet ganz allein, und das Zirkonium reiht sich an Titan und Zinn. Die Gruppe der erzmethallischen Alaunbilder ist vollzählig. Die Factoren derselben sind:

Eisenoxyd  $\text{FeO}_3$ , Manganoxyd  $\text{MnO}_3$  und  $\text{CrO}_3$ , letzteres bildet wahrscheinlich das mittlere Glied, denn

$$\frac{979.426 \text{ FeO}_3 + 1011.574 \text{ MnO}_3}{2} = 995.000 \text{ CrO}_3.$$

Mit der Magnesia sind, nach Mitscherlich, isomorph,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{ZnO}$  und  $\text{CuO}$ . Dieß ist eine höchst interessante Reihe von Stoffen, denn sie enthält erstens alle diamagnetischen Metalle und dann die besten Elektrizitätserreger. Aber wie soll man sie ordnen, wenn die Dreiheit (Trias) als Princip der Gruppierung angenommen wird? In der Natur kommen Fe, Mn und Co als Oxyde häufig mit einander verbunden vor, und die Oxyde von Zn, Ni und Cu sollen, nach der Aussage eines Engländers, vereinigt in einem Erze vorkommen, woraus die Chinesen ihr Weißkupfer, das Argentan der Deutschen, darstellen. Wenn dem so ist, so bildet in der ersten Gruppe das Mangan das dritte Glied, denn

$$\frac{439.213 \text{ FeO} + 468.991 \text{ CoO}}{2} = 454.102 \text{ MnO},$$

und in der zweiten Gruppe ist es das Kupfer, welches diese Stelle einnimmt, denn

$$469,675 \text{ NiO} + 503,226 \text{ ZnO} = 486,450 \text{ CuO}.$$

Aber das Atomengewicht von CuO ist 495,695, und das spec. Gewicht des Kupfers ist nicht das arithmetische Mittel der spec. Gewichte von Nickel und Zink, und ich glaube daher, daß jene 6 isomorphen Oxyde anders gruppirt werden müssen. Eine strenge Revision der specifischen und atomistischen Gewichte auf dem Wege des Experiments hebt vielleicht diesen Zweifel.

Die interessanteste Reihe analoger Metalle bilden die metallischen Zünder, d. h. die im Platinerz vorkommenden Metalle, wohin Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Pluran<sup>1</sup> gehören. Sie zerfallen nach ihren specifischen und Atomengewichten in zwei Gruppen. Zur ersten derselben gehören Platin, Iridium und Osmium, zur andern Palladium, Rhodium und Pluran<sup>1</sup> (welches letztere das Osmium repräsentirt, während Rhodium dem Iridium und Palladium dem Platin entspricht). Für die Glieder der ersten Gruppe sind, nach Berzelius neuesten Untersuchungen, die Atomengewichte folgende:

$$\text{für Platin} = 1233,260$$

$$\text{für Iridium}^2 = 1233,260$$

$$\text{für Osmium} = 1244,210.$$

Da nun das specifische Gewicht des Iridiums sehr nahe das arithmetische Mittel der spec. Gewichte des Platins und Osmiums (das des letztern nach Berzelius = 10 gesetzt) ist, so muß das Iridium als mittleres Glied seiner Gruppe betrachtet werden, in welchem Falle sein Atomgewicht

$$\frac{1233,260 + 1244,210}{2} = 1238,735$$

seyn würde. Die Atomengewichte für die Glieder der zweiten Gruppe sind, nach demselben trefflichen Naturforscher,

$$\text{für Palladium} = 665,840$$

$$\text{für Rhodium} = 651,400$$

$$\text{Man hätte für Pluran} = 636,960,$$

wenn nämlich das Atomengewicht desselben den Atomengewichten des Palladiums und Rhodiums so nahe stehet, wie das Atomengewicht des Osmiums den Atomengewichten des Platins und Iridiums, und wenn das Rhodium das mittlere Glied dieser Gruppe darstellt (die Existenz des Plurans dürfte indeß noch etwas zweifelhaft seyn).

Das spec. Gewicht und das Atomengewicht des Bleis ist ziemlich nahe das arithmetische Mittel der spec. Gewichte und der Atomengewichte des Silbers und Quecksilbers, und ich glaube daher, daß diese drei Metalle zusammengestellt werden dürfen.

Ob Zinn und Cadmium, Antimon und Wismuth, Gold und Wolfram, oder Wolfram und Tantal u. s. w. zusammengehören und welches die fehlenden analogen Glieder derselben seyn mögen, wage ich nicht zu entscheiden.

### DIE BESTIMMUNG DES KOHLENSTOFFS IM ROHEISEN.\*

*Auszug aus einem Brief von Berzelius an Wöhler*

vom 1. Juli, 1836.<sup>1</sup>

..... Auch habe ich einige Versuche über die Analyse des Roheisens gemacht. Folgende Methode scheint mir recht gut zu gelingen. Man zerschlägt das Roheisen in Stücke, je kleiner desto besser, legt es in eine neutrale Kupferchloridlösung und erwärmt es damit im Wasserbad, bis alles Eisen herausgezogen ist und eine Mischung von Kupfer, Kohle und Kieselerde übrig gelassen hat, was man daran erkennt, daß kein hartes Stück Eisen zurückbleibt. Dann wird das Liquidum abgegossen und der Rückstand mit einer stark sauren und konzentrirten Lösung von Kupferchlorid digerirt, bis alles Kupfer aufgelöst ist. Das schwarze Liquidum wird abgegossen und das Ungelöste, sicherheitshalber,<sup>2</sup> noch einmal mit einer solchen Solution behandelt, wonach es erst mit saurem und dann mit reinem Wasser ausgewaschen wird. Dann erhält man auf dem Filtrum, das vorher gewogen sein muß, Kohle und Kieselerde; die letztere wird

\* *Briefwechsel zwischen Berzelius und Wöhler.* Herausgegeben von Dr. O. Wallach. Wilhelm Engelmann, Leipzig.

durch Kochen mit kohlensaurem Natron entfernt, die Kohle bleibt auf dem Filtrum zurück und kann nach dem Trocknen bei 100° in trockener Luft gewogen werden. Die Kieselerde wird in der gewöhnlichen Weise abgeschieden. Ich habe die Kohle so rein bekommen daß sie nicht mehr als 1/1000 Asche giebt.

Zwar kann man durch schwefelgebundenen Wasserstoff<sup>1</sup> das Kupfer aus der Eisensolution fällen, weit besser ist es aber, eine andere Portion Eisen in Salzsäure zu lösen, mit Salpetersäure zu oxydiren, das Eisenoxyd durch reines kohlensaures Blei zu fällen und nach der Behandlung der Lösung mit schwefelgebundenem Wasserstoff<sup>1</sup> die fremden Erdarten und Stoffe, die in der Solution vorhanden sein können, aufzusuchen. Es ist klar, daß Chrom, Vanadium, Molybdän und ähnliches im Eisenoxyd gesucht werden muß. Ich glaube, daß auf diese Weise eine Analyse von Roheisen zu den leichtesten oder wenigstens zu den leichten Arbeiten gehören wird.....

## UEBER DAS ALUMINIUM.\*

FRIEDRICH WÖHLER.

Auf der Zersetzbarkeit des Chloraluminiums durch Kalium und auf der Eigenschaft des Aluminiums sich nicht in Wasser zu oxydiren, beruht die Art wie mir die Reduction und Darstellung dieses Metalles gelaug. Erwärmt man in einer Glasröhre ein kleines Stückchen Chloraluminium mit Kalium, so wird die Röhre, durch die heftige, mit starkem Feuer begleitete, Einwirkung zerschmettert. Ich versuchte dann diese Zersetzung in einem kleinen Platintiegel, worin sie ganz gut gelang. Die Einwirkung ist immer so heftig, daß man den Deckel mit einem Drahte befestigen muß, wenn er nicht abgeworfen werden soll, und daß im Augenblicke der Reduction der, nur schwach von außen erhitzte, Tiegel plötzlich von Innen aus glühend wird. Das Platin wird dabei so gut wie gar nicht angegriffen. Um indessen doch vor einer möglichen Einmischung von abgelöstem Platin zu dem reducirten Aluminium ganz sicher zu sein, machte ich diese Reductionsversuche immer in einem Porzellantiegel und

\* *Annalen der Physik und Chemie*, Band 99, Seite 153 (1827).

verfuhr dabei auf folgende Art. Man legt auf den Boden des Tiegels einige, von anhängendem Steinöl wohl befreite, Stücke von kohlenstofffreiem Kalium und bedeckt diese mit, dem Volum nach, ungefähr gleichviel Chloraluminium-Stückchen. Hierauf erhitzt man den mit seinem Deckel bedeckten, Tiegel über der Spirituslampe, anfangs gelinde, damit er nicht bei der inwendig vor sich gehenden Feuerentwicklung springe, und dann stärker, bis letztere vorbei ist, was noch lange vor dem Glühen eintritt. Die größte Menge von Kalium, die ich hierbei auf einmal anwandte, waren 10 erbsengrosse Kugeln; in einem hessischen Tiegel könnte man es wohl wagen, mit größeren Mengen zu operiren. Mit den Quantitäten der beiden sich zersetzenden Stoffe muß man es so einrichten, daß weder so viel Kalium da ist, daß die reducirte Masse alkalisch wird, noch so viel überschüssiges Chloraluminium, daß man davon im Momente der Reduction sich verflüchtigen sieht. Die reducirte Masse ist in der Regel völlig geschmolzen und schwarzgrau. Man wirft den völlig erkalteten Tiegel in ein großes Glas voll Wasser, worin sich die Salzmasse unter schwacher Entwicklung eines übelriechenden Wasserstoffgases auflöst und dabei ein graues Pulver abscheidet, das bei näherer Betrachtung, besonders im Sonnenschein, als aus lauter kleinen Metallflittern bestehend erscheint. Nachdem es sich abgesetzt hat, gießt man die Flüssigkeit ab. Sie ist neutral und enthält viel Thonerde aufgelöst, die davon herrührt, daß sich das, bei der Reduction bildende, Chlorkalium chemisch mit einer Portion Chloraluminium verbindet, welches letztere nicht durch Glühen ausgetrieben wird. Ich habe eine analoge Verbindung auch mit Kochsalz erhalten, indem ich dieses mit darunter liegendem Chloraluminium erhitzte. Letzteres wird dabei in großer Menge von Kochsalz absorhirt und so fixirt, daß man die Masse, ohne Verflüchtigung des für sich so flüchtigen Chloraluminiums, stark glühen kann. Diese Verbindung ist gelblich und zersetzt sich in Wasser mit Erhitzung. Beim Abdampfen der Auflösung schießt das Kochsalz für sich aus. Man bringt es auf ein Filtrum, wäscht es mit kaltem Wasser aus und trocknet es. Es ist das Aluminium.

Das Aluminium bildet ein graues Pulver, sehr ähnlich dem Pulver von Platin. Meist sind darin, auch nach dem Trocknen, metallglänzende Flitter<sup>1</sup> zu bemerken, und einigemal erhielt ich kleinere, etwas zusammenhängende, wie schwammige Massen, die an mehreren Stellen zinnweißen Metallglanz hatten. Unter dem Polirstahl nimmt es sehr leicht vollkommen, zinnweißen Metallglanz an, und in einem Achatmörser gerieben, läßt es sich etwas zusammendrücken, und bildet dann größere, metallglänzende Flitter, oder auf den Achat fest gestrichene, metallische Streifen. Es besitzt also völlige Metallität und ist in der Hinsicht dem Kiesel (Silicium) nicht analog. Bei einer Hitze, wobei Gußeisen schmilzt, ist es nicht schmelzbar. Ich fand es nur dunkler und weniger leicht oxydirbar geworden, als ich es, in eine kleine Glasröhre eingeschlossen und mit Glaspulver bedeckt, in einem kleinen, gut verklebten Tiegel, der in einem zweiten verklebten stand und mit Kohlenpulver umgeben war, einem heftigen Gebläsefeuer ausgesetzt hatte. In zusammenhängendem geschmolzenem Zustande ist es ohne Zweifel ein Leiter der Elektrizität, aber in dem pulverigen leitet es, als Zwischenglied in einem hydroelektrischen Paare angewendet, die Elektrizität nicht. Erhitzt man das Aluminium bis zum Glühen an der Luft, so fängt es Feuer und verbrennt mit großem Glanze zu weißer, zeimlich harter Thonerde. Streut man das pulverförmige Aluminium in eine Lichtflamme, so bildet jedes Stäubchen einen sprudelnden Funken, ebenso glänzend, wie von Eisen, das in reinem Sauerstoff verbrennt. In reinem Sauerstoff verbrennt es mit einem Glanze, den das Auge kaum ertragen kann, und mit einer so starken Wärmeentwicklung, daß die dabei entstehende Thonerde wenigstens theilweise schmilzt. Die so geschmolzenen Stückchen von Thonerde sind gelblich und gewiß eben so hart, wie die natürlich vorkommende krystallisirte Thonerde, nämlich der Korund. Sie ritzen nicht bloß in Glas, sondern sie schneiden dasselbe. Als ich diesen Verbrennungsversuch in einer kleinen, dicken Glaskugel anstellte, wurde die innere Fläche des Glases, da, wo es das Metall berührte, halbgeschmolzen und braun, welche Farbe ohne Zweifel von reducirtem Kiesel<sup>1</sup> herrührte. Es ist



bemerkenswerth, daß das Aluminium, um sich zu entzünden, selbst in Sauerstoffgas erst zum Glühen erhitzt werden muß. In Wasser oxydirt sich das Aluminium bei gewöhnlicher Temperatur nicht, und Wasser kann von darin liegenden blanken Aluminiumblättchen abdunsten, ohne daß letzteres seinen Glanz verliert. Erwärmt man aber das Wasser bis fast zum Kochen, so fängt das Metall an schwach Wasserstoffgas zu entwickeln, was selbst nach dem Erkalten noch längere Zeit fort dauert, endlich aber wieder ganz aufhört. Auf jeden Fall geht diese Oxydation in heißem Wasser so sehr langsam vor sich, daß selbst nach längerem Erhitzen die kleinsten Aluminiumstückchen im Äusseren nicht verändert zu werden scheinen. Aber ohne Zweifel ist die Erhitzung, die bei Auflösung der reducirten Masse, durch Zersetzung des Chloraluminiumhaltigen Chlorkaliums, entsteht, die Ursache, warum das Aluminium anfangs Wasserstoffgas entwickelt. Es ist deshalb gut, die reducirte Masse sogleich in sehr viel kaltes Wasser zu bringen. Von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure wird das Aluminium bei gewöhnlicher Temperatur nicht angegriffen. In erhitzter Schwefelsäure löst es sich, unter Entwicklung von schwefelichtsaurem Gas, rasch auf. In verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure löst es sich mit Wasserstoffentwicklung auf. Um zu finden, ob das Aluminium nicht kaliumhaltig sei, wurde die Anflösung in Schwefelsäure zur Krystallisation abgedampft. Sie gab keine Spuren von Alaun. In einer selbst schwachen Auflösung von kaustischem Kali löst sich dieses Metall ganz leicht mit Wasserstoffentwicklung klar auf. Ja, selbst in Ammoniak löst es sich mit Entwicklung dieses Gases auf, und es ist dabei auffallend, welche eine große Menge Thonerde das Ammoniak auf diese Art aufgelöst behalten kann. Diese Oxydation in kaustischem Kali ist vielleicht die Ursache, warum es Berzelius nicht gelang, das Aluminium durch Zersetzung von Fluoraluminium-Fluorkalium durch Kalium und Behandlung der Masse mit Wasser, darzustellen. Bei der Reduction auf die eben angegebene Art darf man daher keinen Überschuß von Kalium anwenden, weil sonst das Wasser, womit man die Masse behandelt, alkalisch werden

und das reducirte Metall auflösen könnte. In einem Strome von Chlorgas bis fast zum Glühen erhitzt, entzündet sich das Metall und verbrennt zu, sich sublimirendem, Chloraluminium.

## ÜBER DIE CONSTITUTION UND NATUR DER ORGANISCHEN ZUSAMMENSETZUNGEN.\*

JÖNS JACOB BERZELIUS.

*Aus einem Brief an Justus Liebig.*

Die Vergleichung der Analysen der Weinphosphorsäure, der Weinschwefelsäure und der Aetherschwefelsäure† hat mich in dem Jahresberichte für 1833 zu einer Entwicklung einer Ansicht veranlaßt über die Art, wie die zusammengesetzten Atome erster Ordnung in der organischen Natur betrachtet werden sollen. Aus der Zusammensetzung dieser Säuren scheint mir nemlich klar hervorzugehen, daß sie nicht Verbindungen des Aetherins mit Schwefel- und Phosphorsäure seyn können, denn in diesem Falle wäre das Wasser, was man als darin enthalten annimmt, nur chemisch gebundenes Wasser und in den Salzen wäre es Krystallwasser. Da es aber in den weinphosphorsauren Salzen bei 200° nur zum Theil weggeht, so geht daraus hervor, daß dasjenige, was mit den Elementen des Alcohols zurückbleibt, nicht als Wasser sondern als Sauerstoff und Wasserstoff der Verbindung angehört. Die von Magnus entdeckte Aetherschwefelsäure† kommt gerade zur rechten Zeit um dieses zu beweisen: denn ein aetherschwefelsaures Salz wird nicht in ein weinschwefelsaures verwandelt, indem es ein Atom Wasser verliert, und diese zwei Klassen von Salzen unterscheiden sich von einander auf eine andere Weise als wie Salze mit mehr oder weniger Krystallwasser. Daraus folgt, wie es mir scheint, unwiderleglich, daß Alcohol und Aether nicht

\* *Annalen der Pharmacie*, Band 6, Seite 173 (1833).

† Aetherschwefelsäure and Weinschwefelsäure were names supposed to imply different acids, but later used synonymously for ethyl hydrogen sulphate.

$\text{Ae} + 2\text{H}$  und  $\text{Ae}^* + \text{H}$  sind und unsere zeitherigen Vorstellungen müssen daher aufgegeben werden.

Wenn man versucht, sich eine Idee über die organischen Zusammensetzungen zu bilden, so haben wir bis jetzt nur einen einzigen unleugbar sicheren und durch unzählige Thatsachen festgestellten Weg. Wir müssen nämlich von Vergleichen unorganischer Verbindungen ausgehen. In der unorganischen Chemie ist man übereingekommen, alle Verbindungen *binärisch*, das heißt, aus einem positiven und einem negativen Bestandtheile entstanden, zu betrachten. So lange wir nur diese beiden Kräfte oder Gegensätze haben, werden wir von selbst darauf hingewiesen, in den organischen Zusammensetzungen von gleichen Grundsätzen auszugehen. Wir sehen gewöhnlich die Cyansäure und die Cyanwasserstoffsäure als unorganische Verbindungen an, und nehmen keinen Anstand jene für ein Oxyd und diese für ein Hydrür eines zusammengesetzten Körpers  $\text{CN} + \text{O}$  und  $\text{CN} + \text{H}$  anzusehen, und so viel mir bekannt ist, hat nur Robiquet die Cyanwasserstoffsäure als eine ternäre Verbindung betrachtet. Hieraus scheint also die Folgerung gezogen werden zu können, daß der Alcohol und der Aether Oxyde eines zusammengesetzten Radicals sind und zwar Aether  $\text{C}_2\text{H}_5 + \text{O}$ . Aus der Zusammensetzung des Holzgeistes ergibt sich, daß es das zweite Oxyd des nämlichen Radicals ist  $= \text{C}_2\text{H}_5 + \text{O}$  und wir haben mithin zwischen diesen beiden Oxyden den nämlichen Unterschied wie zwischen  $\text{CuO}$  und  $\text{CuO}$ .

Die Aetherarten der Wasserstoffsäuren sind nichts anders als die Chlorüre, Bromüre und Jodüre des nämlichen Radicals, denn  $\text{C}_2\text{H}_5 + \text{HCl} = \text{C}_2\text{H}_5 + \text{Cl}$  und mit dem Verhalten in der unorganischen Natur, ganz übereinstimmend, sind die Aetherarten,

\*Ae was the symbol given to a radical, Aetherin,  $\text{C}_2\text{H}_5$ , supposed to occur in union with  $2\text{H}_2\text{O}$  in alcohol and with  $1\text{H}_2\text{O}$  in ether. A line drawn through the symbol of an element indicates a double atom; thus  $\text{H} = 2\text{H}$ ,  $\text{C} = 2\text{C}$ , etc. A dot placed above the symbol of an element indicates an oxide; thus  $\text{Cu} = \text{CuO}$ ,  $\text{H} = \text{H}_2\text{O}$ , etc. The initial letter of the name of an organic acid with a line placed above it serves as the symbol for the acid; thus  $\text{A} = \text{acetic acid}$ ,  $\text{T} = \text{tartaric acid}$ , etc.

welche Sauerstoffsäuren enthalten, Verbindungen der Säuren mit dem Oxyde  $C_2H_2O + \ddot{N}, C_2H_2 + \bar{A}$  u. s. f., ferner ist Acetal ( $C_2H_5O$ ),  $+ \bar{A}$  und der Essigaether verhält sich zu diesem wie  $Pb\bar{A}$  zu  $Pb_2\bar{A}$ . Diese schöne Übereinstimmung mit dem, was uns aus der unorganischen Natur durch leichter wahrnehmbare Verhältnisse bekannt ist, scheint zu zeigen, daß wir hier auf keinen ganz unrichtigen Pfad gekommen sind.

Wir haben also von dem nämlichen Radical zwei Oxyde; Oxydul wo 2 At. Radical mit 1 At. Sauerstoff, und Oxyd wo 1 At. von jenem mit 1 At. von diesem verbunden ist. Die Schwefelverbindung fehlt bis jetzt noch, wir haben aber Chlorür-, Bromür-, Jodür- und Sauerstoffsalze (wenn sie so genannt werden können).

Aus diesen Betrachtungen folgt, daß wir für organische Zusammensetzungen zwei Arten von Formeln haben müssen, wovon ich die, der wir uns seither bedient haben, *empirisch* nenne, weil sie nur das einfache Resultat der Analyse ohne alles Raisonement darüber, enthält. So. z. B. ist die emp. Formel für Aether  $C_4H_{10}O$ . Die andere, die ich *rationell* nennen will, drückt die Vorstellung der inneren Zusammensetzung aus. Die rationelle Formel der Aethers wäre demnach  $C_2H_5 + O$ ; man hat sie seither  $C_2H_5 + H$  geschrieben.

## DIE TRAUBENSÄURE.\*

JÖNS JACOB BERZELIUS.

Die Geschichte dieser bisher wenig bekannten Säure ist im Kurzen diese. Eine Person in Thann, einer kleinen Stadt im Wasgau, welche sich mit der fabrikmäßigen Bereitung der Weinsäure beschäftigte, fand, daß mit der gewöhnlichen Weinsäure eine Portion einer anderen Säure anschoß, welche weniger löslich war als die Weinsäure. Er hielt sie für Oxalsäure, und suchte sie als solche in den Handel zu bringen. Die erste wissenschaftliche Untersuchung derselben gab John im J. 1819 (dessen *Handwörterbuch der Chemie*, Bd. IV. S. 125), wobei er die Bemerkung machte, daß sie weder Weinsäure noch Oxalsäure sey. Er nannte sie *Säure aus den Vogesen*. Gay Lussac, welcher

\* *Annalen der Physik und Chemie*, Band 107, Seite 319 (1830).

Thann im J. 1826 besuchte und von dem Fabrikanten daselbst die nämliche Säure bekam, stellte einige Versuche über sie an, aus denen er den Schluß zog, daß sie keine Weinsäure sey, obgleich ihre Sättigungscapacität nur um einige Tausendstel von der der Weinsäure abweiche. Die Untersuchungen, welche Gay-Lussac bei dieser Gelegenheit über die Zusammensetzung und das allgemeine Verhalten dieser Säure anzustellen verspricht, sind bis jetzt noch nicht bekannt gemacht. Kurz hernach unternahm Walchner einige Versuche mit dieser Säure, welche er späterhin auf einen großen Theil ihrer Salze ausdehnte, und in L. Gmelin's *Handbuch der Theoretischen Chemie*, 3. Aufl. Bd. 2. S. 53, mittheilte. Gmelin gab ihr den Namen *Traubensäure*. Im Allgemeinen scheint man anzunehmen, daß diese Säure den im Wasgau wachsenden Weintrauben angehöre; allein dies kann doch nicht richtig sein, vielmehr ist sehr wahrscheinlich, daß sie sich in jedem Traubensaft finde. Man erhält diese Säure sehr leicht, wenn man traubensäurehaltigen Weinstein genau mit kohlensaurem Natron sättigt, und den größten Theil des dadurch gebildeten Doppelsalzes anschießen läßt; das weinsaure Doppelsalz scheidet sich dann ab, während das weit leichtlöslichere Salz der Traubensäure, welches auch nicht in solchen Krystallen wie das weinsaure Salz anschießt, in der Mutterlauge zurückbleibt. Die Mutterlauge wird dann verdünnt, mit einem Bleioxyd- oder Kalksalz gefällt, und der Niederschlag durch Schwefelsäure zersetzt. Aus der sauren Flüssigkeit schießt zuerst Traubensäure und dann Weinsäure an. Die ungleiche Löslichkeit im Wasser, welche die erste Veranlassung zur Unterscheidung dieser Säuren gab, ist so groß, daß, während 2 Theile Weinsäure sich bei 15° C. in einem Theil Wasser lösen, zur Lösung von 1 Th. Traubensäure, nach Walchner, 5 Th. Wasser erforderlich sind.

Um die Sättigungscapacität der Traubensäure zu bestimmen, wurde traubensaures Bleioxyd bereitet, auf dieselbe Weise und mit Beachtung derselben Vorsichtsmaßregel, welche bei dem weinsäuren, angegeben ist. Das traubensaure Bleioxyd ist in überschüssiger Säure weit löslicher als das weinsaure, und

bekleidet die Innenseite des Glases gewöhnlich mit einer dünnen Krystallrinde. Eine gesättigte warme saure Flüssigkeit setzt es beim Erkalten in kleinen Krystallkörnern ab; das gefällte Salz enthält kein chemisch gebundenes Wasser, das krystallisirte giebt Wasser ab und decrepitirt sachte zu einem Mehle.

Der Rückstand von 2 Grm. traubensauren Bleioxyds, welches bei 100° C. getrocknet war, schwankte in den Analysen von 1,2545 bis 1,2555, und die Mittelzahl der einzelnen Resultate war der bei den Analysen des weinsauren Bleioxyds erhaltenen gleich. Ich halte es demnach für überflüssig, die Ziffern hier nochmals aufzustellen, da ich das Maximum und Minimum der Resultate bereits angegeben habe.

Die Verbrennung des traubensauren Bleioxyds geschah auf gleiche Weise wie die des weinsauren. Ein Grm. traubensauren Bleioxyds gab 0,101 Grm. Wasser, 0,498 Grm. Kohlensäure. Ganz dasselbe Resultat wurde bei einem zweiten Versuch erhalten.

Das Resultat dieses Versuches zeigt also, daß die Traubensäure nicht nur dasselbe Atomgewicht, sondern auch dieselbe procentische und atomistische Zusammensetzung wie die Weinsäure besitzt, und daß sie uns mit einem neuen Beispiel der unerwarteten Erscheinung bereichert, daß es Körper giebt, die aus einer gleichen Anzahl derselben einfachen Atome zusammengesetzt sind, aber dennoch ungleiche Eigenschaften besitzen.

Je mehr sich das Daseyn solcher Körper bestätigt, desto wichtiger wird es, die Verschiedenartigkeit ihrer Eigenschaften und der Form ihrer krystallisirten Verbindungen kennen zu lernen.

Die *krystallisirte Traubensäure* schien mir besonders geeignet, eine bestimmte Verschiedenheit in den Eigenschaften und in der Form an den Tag zu legen,<sup>1</sup> weil sie eine andere Krystallform hat als die Weinsäure, und in der Wärme verwittert, was die Weinsäure nicht thut. Die Traubensäure wurde zu feinem Pulver gerieben und 24 Stunden lang bei 18° C. in trockner Luft gelassen; darauf wurden 100 Th. von derselben abgewogen und bei 100° C. in einem Strom wasserfreier Luft getrocknet. Sie verloren dabei

10,63 Th. Wasser, und dieser Verlust nahm durch längere Erhitzung nicht mehr zu. Da dieses Resultat nicht mit der Sättigungscapacität der Säure übereinstimmte, so wurde es wahrscheinlich, daß die krystallisirte Traubensäure 2 At. Wasser enthalte. Es wurde eine andere Portion von dem lufttrockenen Pulver mit ihrem dreifachen Gewicht an frisch geglühtem, feingeriebenem Bleioxyd gemengt, mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und im Wasserbad eingetrocknet. Sie hatte 0,195 verloren. Da aber dieser Verlust noch nicht dem richtigen Wassergehalt entsprach, so wurde sie auf's neue mit Wasser angerührt und eingetrocknet; jetzt hatte sie wieder an Gewicht gewonnen, so daß der Verlust nur 0,165 betrug. Ich schloß daraus, daß ein basisches Bleisalz mit Krystallwasser gebildet worden war, und setzte deshalb das Gemenge einer Temperatur aus, die höher war als  $100^{\circ}$  C., die aber doch noch lange nicht das Salz zu zersetzen, oder eine auf derselben Sandkapelle danebenstehende Portion Traubensäure zu schmelzen vermochte. Nach Verlauf einer Viertelstunde hatte nun die Masse 0,2135 vom Gewicht der angewandten Traubensäure an Wasser verloren, und dieser Verlust zeigte sich nicht vermehrt, nachdem die Masse drei volle Stunden in derselben Temperatur erhalten worden war. Durch diesen Verlust ist bewiesen, daß die Traubensäure 2 Atome Wasser enthält, von denen einer beim Verwittern in der Wärme fortgeht, der andere erst durch eine stärkere Basis ausgetrieben wird.

Wenn wir für die Traubensäure dasselbe Symbol wie für die Weinsäure gebrauchen, nämlich  $\bar{T}$ , weil es durchaus dieselbe Anzahl derselben elementaren Atome bezeichnet, so besteht  $\bar{T}H_2$ , der Rechnung nach, aus 78,694 Th. wasserfreier Säure und 21,306 Th. Wasser, von welchen letzteren 10,653 beim Verwittern fortgehen. Es ist hieraus klar, daß über die Verschiedenheit zwischen der Krystallform der Traubensäure und Weinsäure nichts geschlossen werden kann, da die erste ein Atom Wasser mehr enthält als die letztere.

Die Traubensäure giebt *ein saures Salz mit Kali*, eben so schwerlöslich wie der Cremor Tartari.<sup>1</sup> Wie dieser enthält es

ein Atom Krystallwasser. Seine Schwerlöslichkeit in Wasser und die geringe Menge von Säure, welche mir zu Gebote stand,<sup>1</sup> haben mir nicht erlaubt, sie in so regelmäßigen Krystallen zu erhalten, um etwas über deren Form auszumachen, welche jedoch von der des sauren weinsäuren Kalis abzuweichen scheint. Die Weinsäure giebt bekanntlich mit Kali und Natron ein Doppelsalz, ausgezeichnet durch die Leichtigkeit mit der es in großen und regelmäßigen Krystallen anschießt. Die Traubensäure giebt kein solches Salz. Auch bei freiwilliger Verdunstung gesteht die allmählig eindickende Lösung zu einer verworrenen Salzmasse, von welcher ich nicht einmal weiß, ob sie ein Doppelsalz oder ein Gemenge von beiden Salzen ist.

Um mit Leichtigkeit über diese Körper reden zu können, muß man eine allgemeine Benennung für dieselben haben; und diese nimmt man am besten, wie mir scheint, aus dem Griechischen, als der gewöhnlichen Wurzel der wissenschaftlichen Terminologien. Ich habe geglaubt zwischen den Benennungen: homosynthetische und isomerische Körper wählen zu müssen. Die erste ist aus *homos*, gleich, und *sunthetos*, zusammengesetzt, gebildet, die letztere von *isomeres* hat dieselbe Bedeutung, obgleich sie nur eigentlich so viel sagt als aus gleichen Theilen zusammengesetzt. Die letztere hat in Bezug auf Kürze und Wohlklang den Vorzug, und deshalb glaube ich sie annehmen zu müssen. Unter *isomerischen Körpern* verstehe ich also solche, welche bei gleicher chemischen Zusammensetzung und gleichem Atomgewicht ungleiche Eigenschaften besitzen. Es giebt noch eine andere Art Körper, welche bei gleicher procentischer Zusammensetzung, ungleiche Atomengewichte besitzen, die meistens Multipla von einander sind; von dieser Art ist der Kohlenwasserstoff  $C_nH_{2n}$ , welcher, wenn anders die Analysen die erforderliche Zuverlässigkeit besitzen, bildet: 1) ölbildendes Gas, 2) ein anderes leicht zu Öl condensirbares Gas, mit doppelt so großem Atomgewicht wie das erstere, und 3) einen oder mehrere krystallisirte Körper. Diese schließe ich nicht mit ein, da sie noch besser studirt werden müssen, und dann wahrscheinlich einen besonderen Collectivnamen erfordern.



## SELENIUM EIN NEUER METALLARTIGER KÖRPER.\*

*Aus zwei Schreiben des Prof. Berzelius an den Dr. Marcet in London und an Herrn Berthollet in Paris, freiausgezogen von Gilbert.*

Was ich Ihnen in meinem vorigen Briefe von einem Telluriumgehalt des Schwefels aus den Fahluner Gruben, dessen man sich in der Schwefelsäure-Fabrik zu Gripsholm bedient, geschrieben habe, ist unrichtig. Als ich diesen Schwefel in Stockholm untersuchte, fand ich daß das, was wir, H. Gahn und ich, für Tellurium gehalten hatten, ein neuer, sehr interessanter Körper ist, der die Eigenschaften eines Metalls und zugleich die des Schwefels in einem so hohen Grade vereinigt, daß man ihn für eine neue Art von Schwefel halten könnte. Hier einige seiner Eigenschaften:

In seinem metallischen Zustande hat er an seiner äußeren Fläche einen starken Metallglanz, der sich ins röthliche zieht. Der Bruch ist glasartig, gleich dem des Schwefels, aber von sehr starkem Glanz und grau von Farbe. In der Siedehitze des Wassers wird dieser neue metallische Körper weich, in höheren Hitzgraden schmelzt<sup>1</sup> er, und um den Siedepunkt des Quecksilbers ist er destillirbar, und der Dampf, womit sich die heißen Theile der Gefäße dabei anfüllen, ist gelblich, gerade wie der des Schwefels. Sublimirt man ihn in einem geräumigen Gefäße, so setzt er sich in Blumen<sup>2</sup> von Zinnoberfarbe ab, ohne im Zustande eines Oxyds zu seyn. Während des Erkaltens behält er einen gewissen Grad von Flüssigkeit, so daß er sich zwischen den Fingern formen und zu Fäden ziehen läßt; sehr feine solche Fäden sind durchsichtig und erscheinen dabei rubinroth, indeß sie durch zurückgeworfenes Licht gesehen, einen starken Metallglanz zeigen.

Erhitzt man den neuen Körpern an der Luft, so daß er in ihr aufsteigt, doch ohne sich zu entzünden, bildet er einen rothen Rauch, der ohne besondern Geruch ist. Bringt man ihn aber in die Flamme eines Lichts oder in die Flamme des Löthrohrs, so färbt er diese Flamme himmelblau, und es verbreitet sich umher

\* *Annalen der Physik*, Band 71, Seite 232 (1818).

ein so heftiger Geruch wie Meerrettig, daß es hinreicht  $1/50$  Gran auf diese Art zu verdampfen, um ein großes Zimmer ganz mit dem Geruch zu erfüllen. Da nach Klaproth Tellurium einen solchen Geruch verbreiten soll, so verführte uns dieses, hier Tellurium zu vermuthen. Mit gereinigtem Tellurium läßt sich indeß dieser Geruch nur sehr schwer erhalten, daher er schwerlich dem Tellurium anders zukommt, als insofern es diesen neuen Körper enthält, oder wesentlich verändert wird. Diese Ähnlichkeit mit dem Tellurium hat mich veranlaßt den neuen Körper *Selenium* zu nennen.

Das Selenium läßt sich mit den Metallen verbinden; die Legirungen sind fast alle grau von Farbe, haben Metallglanz, und brennen mit rother Flamme.

Das Selenium-Kali löst sich in Wasser ohne Entbindung eines Gases auf, und giebt eine rothe Auflösung, die wie Schwefelwasserstoff-Kali schmeckt. Wird verdünnte Salzsäure auf Selenium-Kali gegossen, so entbindet sich ein im Wasser auflösliches Selenium-Wasserstoffgas, welches alle Metall-Auflösungen fällt, selbst die des Zinks und des Eisens, und mit atmosphärischer Luft verdünnt, die Schwefel-Wasserstoffgas riecht, unverdünnt aber einen Schmerz in der Nase und eine heftige Entzündung bewirkt, die sich mit einem geraume Zeit anhaltenden Katarrhe endigt. Noch leide ich an dem vor einigen Tagen Eingeathmeten, obgleich es nur eine Gasblase nicht größer als eine Erbse war. Kaum konnte ich den hepatischen Geschmack wahrnehmen; es verdrängte ihn ein anderer scharfer, ich wurde schwindlich, und die Reizbarkeit der Schneiderschen Haut war so zerstört, daß das schärfste Ammoniak kaum eine Empfindung in der Nase hervorbrachte. Nicht bloß auf nassem sondern auch auf trockenem Wege läßt sich das Selenium mit den Alkalien verbinden. Diese Verbindungen sind roth. Auch der Selenium-Baryt und der Selenium-Kalk sind roth, aber unauf löslich. Die auflösungen in geschmolztem<sup>1</sup> Wachs und in fetten Öhlen sind ebenfalls roth, haben aber keinen hepatischen Geruch. Es giebt überdem auch Verbindungen der Alkalien und Erden mit Selenium und Selenium-Wasserstoff zugleich. Unter Bei-

hülfe von Wärme läßt sich das Selenium in Salpetersäure auflösen. Wird die Auflösung abgedampft und der Rückstand sublimirt, so erhält man eine in Nadeln krystallisirte Masse, welche eine starke Säure ist, die rein sauer schmeckt, und mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden eigenthümliche Salze bildet. Diese Seleniumsäure ist in Wasser und in Alkohol auflöslich und giebt mit Kali und Ammoniak zerfließbare und mit Baryt und Kalk in Wasser auflösliche Salze. Das seleniumsaurer Ammoniak zersetzt sich in der Hitze, bildet Wasser, und läßt das Selenium reducirt zurück. Vermischt man Seleniumsäure mit Salzsäure und bringt Zink hinein, so zersetzt dieses die Seleniumsäure und schlägt das Selenium als ein rothes Pulver nieder. Schwefel-Wasserstoffgas giebt in einer Auflösung von Seleniumsäure, durch die man es strömen läßt, einen orangegelben Niederschlag von Selenium, welcher beim Trocknen roth wird, in der Hitze schmelzt, sich sublimirt und zu einer durchsichtigen orangefarbenen Masse wird.

Dieses ist eine kurze Darstellung der Charaktere des interessanten neuen Körpers aus den Fahluner Kupferkiesen. Nach Herrn Gahn's Bemerkung läßt sich der Geruch desselben häufig beim Rösten der Fahluner Kupfererze spüren. Die Kiese, aus welchen man den Fahluner Schwefel zieht, sind mit Bleiglanz vermenget; höchst wahrscheinlich enthält dieser Selenium-Blei. Da wie schweflige Säure die Eigenschaft hat, die Seleniumsäure zu reduciren, so ist in der Schwefelsäure kein Selenium enthalten.

## GESCHICHTE DES LÖTHROHRS.\*

J. JACOB BERZELIUS.

Um in Kleinen zu löthen, bedienen sich die Metallarbeiter eines Instrumentes, das man Löthrohr nennt. Sie leiten damit die Flamme einer Oellampe auf kleine Metallstückchen, die auf eine Holzkohle gelegt werden, und erhitzen auf diese Art leichter die schmelzbare Metallmischung, durch welche die Löthung

---

\*Die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie, Zweite Auflage (1828).

geschieht, so lange bis sie flüssig wird. Lange wurde dieses Instrument in den Künsten angewandt, ehe man anfang es in der Chemie zu Reactionsproben auf trockenem Wege<sup>1</sup> zu gebrauchen Anton Schwab (schwedischer Bergrath, der für seine Zeit ausgezeichnete Kenntnisse besaß, und dem die Bergwerkswissenschaft viel verdankt) war, nach Bergmann's Angabe, der erste, der es im Jahre 1738 zu gebrauchen versuchte, um Erze und Mineralien damit zu prüfen.

Schwab hat nichts Schriftliches darüber bekannt gemacht, man weiß also nicht wie weit sich seine Untersuchungen erstreckten.

Cronstedt, der Begründer des chemischen Mineralsystems, ein Mann, der durch seinen Scharfsinn in dieser Wissenschaft sich so weit über sein Zeitalter erhob, daß er von diesem nicht richtig verstanden wurde, bediente sich des Löthrohrs, um Mineralien voneinander zu unterscheiden. Er wandte dabei schmelzbare Reagentien an, um durch die Veränderungen, die durch sie hervorgebracht wurden, auf die Zusammensetzung der Mineralien schließen zu können. Auf diese hatte Cronstedt sein Mineralsystem gegründet. Es war ihm daher wichtig, um den Unterschied in der Zusammensetzung zu bestimmen, ein Mittel zu finden, das durch seine Umständlichkeit beim Gebrauche den Gelehrten nicht von der Anwendung abschrecken mußte. Zu Cronstedt's Zeiten verbreiteten sich die Fortschritte der Wissenschaften nicht so, wie jetzt, wo alle die dieselbe Wissenschaft treiben, begierig jeden kleinen Zuwachs in derselben auffassen. Man machte mehrentheils, ohne Kenntniß von den Arbeiten Anderer zu haben, specielle Fortschritte, und konnte nur die Erfahrungen früherer Generationen gleichsam wie eine allgemeine Schatzkammer benutzen. So erreichte Cronstedt, ehe jemand noch die vortreffliche Anwendung des Löthrohrs bei Mineralien ahnen konnte, eine große Vollkommenheit in derselben, gewiß die Frucht einer schweren und beharrlichen Arbeit. Mann schenkte auch minder bedeutenden wissenschaftlichen Verdiensten damals nicht eine so allgemeine Aufmerksamkeit, die jetzt so viele reife und unreife Früchte hervorbringt.

Cronstedt, der im Anfange es nicht einmal wagte, sich als

Erfinder des Mineralsystems, das seinen Namen verewigt hat, zu erkennen zu ergeben, dachte nicht daran, im Zusammenhange die Anwendung des Löthrohrs und die Methoden es zu gebrauchen, zu beschreiben. Er theilte die Resultate, die er fand, bloß in so fern mit, weil sie ihm zur Untersuchung der Mineralien in seinem System (dessen erste Auflage in 1758 herauskam) dienten.

Von Engström, der 1763 in England eine Uebersetzung von Cronstedt's System besorgte, fügte hierbei eine Abhandlung vom Löthrohr hinzu, die vorzüglich die Art enthält, wie Cronstedt dieses Instrument anwandte, sowie auch die allgemeinsten Reactionen von Fossilien, die man damals kannte. Diese Abhandlung (*An Essay towards a System of Mineralogy, by Cronstedt, translated from the Swedish by von Engström; revised and corrected by Mendes da Costa, London, 1770*) kam erst im Jahre 1770 heraus, und wurde 1773 in's Schwedische von Retzius übersetzt. Sie erregte eine allgemeine Aufmerksamkeit auf den Gebrauch dieses vortrefflichen Instrumentes und wurde gleich in die meisten europäischen Sprachen übersetzt. Indessen blieb man dem stehen, was von Engström eingeführt hat, und lange bestand der allgemeine Gebrauch bei den Chemikern und Mineralogen nur darin, die Leichtflüssigkeit<sup>1</sup> der Körper, und bisweilen deren Auflöslichkeit im Boraxglase zu prüfen. Die Ursache hierzu ist nicht schwer zu finden. Um das Löthrohr mit Leichtigkeit, ohne Schaden für die Gesundheit und ohne zu ermüden, gebrauchen zu können, wird eine Fertigkeit erfordert, die man sich nur durch eine Beharrlichkeit erwerben kann, der man sich gewöhnlich nicht gern unterwirft, wenn man nicht mit Sicherheit vorher weiß, daß der zu verlangende Gewinn die Mühe der Arbeit aufwiegt. Und selbst, wenn man sich diese Fertigkeit erworben hat, ist es nothwendig, um ein Resultat aus dem zu ziehen, was man sieht, viel gesehen zu haben, um dieses Resultat mit dem zu vergleichen, was man schon vorher gehabt hat. Bevor man sich dieses alles nicht erworben hat, geben die Löthrohrversuche nur unsichere, wenig anwendbare Resultate, und man hat keinen Begriff von ihrem wahren Werthe.

Man kann sich indessen diesen Grad der Ausbildung nicht vermitteln bloßer Lesekenntnisse erwerben. Im Anfang muß man sich von einem Erfahrenern unterweisen lassen, um nicht durch kleine Schwierigkeiten hingehalten zu werden, die oft leicht weggeräumt werden können, obgleich es nicht immer glückt, ehe man nicht früher viele fruchtlose Versuche angestellt hat. Es erstreckte sich die Anwendung des Löthrohrs nur innerhalb Schweden. Die, welche es von Cronstedt und von Engström haben anwenden sehen, gebrauchten es wie sie, und auf diese Weise pflanzte sich der Gebrauch desselben fort. Bergmann<sup>1</sup> dehnte denselben weiter aus; er wandte das Löthrohr in der ganzen unorganischen Chemie an, so daß es in seiner Hand ein nicht zu entbehrendes Instrument wurde, um bei analytischen Untersuchungen ganz kleine Quantitäten von Mineralstoffen zu erkennen. Bergmann prüfte mit den von Cronstedt angewandten Reagentien die meisten zu seiner Zeit bekannten Mineralien, beschrieb ihr Verhalten, und verbesserte mehrere zu diesen Versuchen nöthige Instrumente. Er gab darüber eine Abhandlung heraus, die zuerst lateinisch 1779 zu Wien gedruckt wurde, und die 1781 Hjelm in's Schwedische übersetzte.

Bergmann's Gesundheit erlaubte ihm nicht, beharrlich solchen Untersuchungen sich zu widmen (er starb an der Lungensucht im Jahre 1784).

Er wurde dabei von Gahn<sup>2</sup> unterstützt, der bei seinem mineralogischen Studium fleißig das Löthrohr anwendete, weil es ihm eben so schnelle als überzeugende Resultate gab. Durch die Arbeiten, die er unter Bergmann's Aufsicht anstellte, lernte er das Verhalten aller damals bekannten Mineralkörper vor dem Löthrohr kennen, und ausgerüstet mit diesen Erfahrungen, fuhr er nachher fort, sich des Löthrohrs in allen Arten chemischer und mineralogischer Untersuchungen zu bedienen. Er erlangte darin mit der Zeit eine solche Fertigkeit, daß er mit Hülfe des Löthrohrs die Anwesenheit von Körpern entdeckte, die bei Untersuchungen auf nassem Wege<sup>3</sup> den genauesten Nachforschungen entgangen waren. Als zum Beispiel Ekeberg Gahn's Meinung über das von ihm entdeckte Tantaloxyd hören wollte, von dem

er ihm eine kleine Probe geschickt hatte, entdeckte letzterer mit dem Löthrohr, daß es Zinn enthielte, obgleich der Gehalt desselben doch nur 1 Procent beträgt. Längst ehe die Rede war, ob die Asche der Gewächse Kupfer enthalte, habe ich gesehen, wie er aus mehreren Arten Papier, von denen er einen Viertelbogen zu Asche verbrannte, durch das Löthrohr metallisches Kupfer herauszog.

Gahn führte immer das Löthrohr mit sich, selbst auf den kleinsten Reisen. Jeder neue oder von ihm nicht vorher erkannte Stoff wurde sogleich einer Prüfung vor dem Löthrohr unterworfen, und es war in der That interessant mit welcher bewunderungswürdiger Schnelligkeit und Sicherheit er oft die Natur eines Stoffes bestimmte, den man gewiß aus seinen äußeren Eigenschaften nicht erkennen konnte. Er wurde durch den beständigen Gebrauch des Löthrohrs veranlaßt, in der Anwendung desselben Verbesserungen und eine Art auszudenken, es bequem zu Hause und auf Reisen bei der Hand zu haben. Er versuchte eine Menge Reagentien, um neue Wege zu finden Stoffe zu erkennen, und alles dieses that er mit einer solchen Gründlichkeit und führte es mit solcher Genauigkeit aus, daß alle Resultate, die er erhielt, zuverlässig waren. Dabei fiel es ihm aber niemals ein, die von ihm gefundenen oder neuen verbesserten Methoden zu beschreiben; er gab sich indessen alle mögliche Mühe, dem, welcher sie kennen zu lernen wünschte, alles zu zeigen. Viele fremde Gelehrten, die sich einige Zeit bei ihm aufgehalten, haben seine ungewöhnliche Geschicklichkeit hierin bekannt gemacht, indessen niemand ertheilte er eine richtige Kenntniß von seinen Methoden. Ich hatte das Glück in den letzten zehn Lebensjahren dieses in so vieler Hinsicht ungewöhnlichen Mannes seinen vertrauten Umgang zu genießen. Er hat keine Mühe gespart, mir alles von seinen Erfahrungen mitzutheilen, und ich halte es daher für meine heilige Pflicht, nichts von seinen Arbeiten und Erfahrungen verloren gehen zu lassen. Auf meine wiederholten Bitten schreib er das Hauptsächlichste von dem auf, was im zweiten Theile des Lehrbuchs der Chemie über das Löthrohr und dessen Anwendung in der Chemie gesagt

worden, und das ist das Einzige, was man von ihm schriftlich darüber hat. Er schrieb niemals seine Löthrohrversuche über Mineralien auf, und da bei zunehmendem Alter sein Gedächtniß weniger scharf wurde, äußerte er oft den Wunsch, daß das Verhalten der Mineralien untersucht und aufgeschrieben werden möchte. Dieß veranlaßte mich, eine solche Untersuchung vorzunehmen, deren Resultate er mit dem Löthrohr in der Hand genauer prüfen wollte, damit, wenn unsere Resultate abwichen, die Ursachen davon erkannt und die unrichtigen Angaben gestrichen<sup>1</sup> würden. Diese für die Wissenschaft so wichtige Forschung wurde indessen durch seinen unvermutheten, und ungeachtet seines hohen Alters, zu frühen Tod verhindert. In dem übrigen Europa hat bloß ein einziger, aber sehr ausgezeichneter, Naturforscher ausführlich den Gebrauch des Löthrohrs studirt. Es war dieß Herr de Saussure,<sup>2</sup> berühmt durch seine geognostischen Untersuchungen in den Schweizer Alpen. De Saussure wandte es hauptsächlich zu demselben Zwecke an als Cronstedt, zur Erkennung der Mineralien und zu deren Unterscheidung, indessen ungeachtet er bei dessen Gebrauch mehrere Verbesserungen einführte, so blieb er doch in den Resultaten, zu denen er durch den Gebrauch dieses Instrumentes kam, weit hinter Gahn zurück. Nach der ersten Auflage dieses Werkes ist der Gebrauch des Löthrohrs weit allgemeiner geworden und hat viele mehr oder weniger wichtige Bereichungen erhalten, besonders von le Baillif, Smithson, Turner, Harkort u. a.

ÜBER EINE VERBESSERTE DARSTELLUNGSMETHODE EINFACH UND ZWEIFACH ORGANISCH SUBSTITUIRTER ACETESSIGESTER.\*

MAX CONRAD UND LEONHARD LIMPACH.

Die von Wislicenus<sup>3</sup> angegebene Methode† zur Darstellung substituirtter Acetessigester, welche bisher ausschließlich im

\* *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Band 192, Seite 153.

† *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Band 186, Seite 216.



hiesigen Laboratorium befolgt wurde, gestattet zwar die Ausdehnung nach den verschiedensten Richtungen hin und liefert auch in geübten Händen recht befriedigende quantitative Erträge; immerhin aber ist sie mit einigen Schwierigkeiten und Verlustquellen behaftet, welche sich nicht in allen Fällen eliminiren lassen. Hierher gehören namentlich der schädliche Einfluß langer andauernder erhöhter Temperatur, welche meist das Arbeiten in geringeren Quantitäten erforderlich macht, wenn die Ausbeute nicht durch die schon bei ihrer Bildung stattfindende Zersetzung der Natrium substituirten Acetessigester beträchtlich herabgedrückt werden soll. Tritt gar, wie dieß zuweilen geschieht, Abscheidung der Natriumverbindung aus der Benzolmischung in festem Zustande ein, so ist die angewendete Portion der Ingredienzen meist so gut wie verloren. Die Beobachtung Geuthers, daß Acetessigester sich mit Kalilauge und Barytwasser direct in Metallderivate umsetzt, namentlich aber der von Wislicenus geführte Nachweis, daß beim Zusammentreffen des Acetessigesters oder eines seiner einfach organisch substituirten Derivate mit Natriumäthylat unter Alkoholbildung zunächst das entsprechende Natriumderivat entsteht, gaben uns Veranlassung zu einigen Versuchen, welche eine fast über Erwarten günstige Abänderung des Verfahrens bei Acetessigestersynthesen ergaben. Anstatt, nämlich das Alkalimetall als solches auf ein Gemisch des zu substituierenden Esters mit Benzol einwirken zu lassen, kann man sich in den meisten Fällen mit großem Vortheile einer alkoholischen Natriumäthylatlösung bedienen. Unter Wärmeentwicklung bildet sich sofort der Natriumacetessigester, so daß unmittelbar darauf das organische Haloid hinzugefügt werden kann. In alkoholischer Lösung verlaufen die Unsetzungen außerordentlich leicht, so daß man mit beliebig großen Quantitäten arbeiten kann, in vielen Fällen gar nicht zu erwärmen braucht, ja oft anfänglich abkühlen muß.

Soll z. B. Acetessigester in eines seiner einfach substituirten Derivate übergeführt werden, so wird die der abgewogenen Menge äquivalente Natriummenge im zehn- bis zwölffachen Gewichte käuflich absoluten Alkohols gelöst, nach eingetretener

Abkühlung der Acetessigester zugegeben und unmittelbar darauf die Halogenverbindung des einzuführenden organischen Restes zugesetzt. Je nach der geringeren oder größeren Energie der nun unter Abscheidung von Natriumhaloid ablaufenden Zersetzung unterstützt man dieselbe durch Erwärmen auf dem Wasserbad, oder läßt sie freiwillig vor sich gehen, oder mäßigt sie durch Abkühlen. Im letzteren Falle kann es sich empfehlen, nicht die ganze Menge des organischen Haloids auf einmal zuzusetzen, sondern dieselbe in mehreren Portionen zufließen zu lassen und jedesmal abzuwarten, bis die erste heftige Reaction vorüber ist. Den Punkt vollendeter Umsetzung erkennt man sehr genau mit Hülfe rothen Lakmuspapiers, welches durch einen Tropfen der Lösung auch auf Zusatz von Wasser nicht mehr deutlich blau gefärbt werden darf. Ist das Ende der Reaction erreicht, so destillirt man aus dem Wasserbad die Hauptmenge des Alkohols ab, fügt zum Rückstande Wasser bis zur Lösung des gebildeten Natriumhaloids und unterwirft das obenaufschwimmende Öl der fractionirten Destillation. Schmierige, entweder nur bei sehr hohen Temperaturen, oder gar nicht destillirbare Nebenproducte werden in geringen Spuren erhalten. Der auf diese Weise dargestellte einfach organisch substituirte Acetessigester kann auf gleichem Wege in einen zweifach substituirten umgewandelt werden. Soll aber das zuerst eingeführte Radical zum zweiten Male incorporirt werden, so ist die Reindarstellung des einfach-substituirt<sup>en</sup> Derivats häufig nicht erforderlich. Nach Ablauf der ersten Phase der Synthese läßt man sogleich die zweite folgen, indem man noch einmal die Auflösung einer der ersten gleichen Natriummengen in 10 Theilen Alkohol und unmittelbar danach wieder die äquivalente Menge des organischen Haloids zusetzt. Ja, in k<sup>ei</sup>nem zahlreichen Fällen kann man den Acetessigester sofort mit der Auflösung von zwei Atomen Natrium in Alkohol und gleich darauf mit zwei Molekülen des organischen Haloids vermischen und nach Eintritt der Neutralität, Verflüchtigung der Hauptmenge des Alkohols und Wasserzusatz den ölig abgeschiedenen disubstituirt<sup>en</sup> Acetessigester rein herausfractioniren. Als Belege für die

Anwendbarkeit der Methode theilen wir folgende, in einem einzigen Tage zwischen Vormittags neun und Abends zwölf Uhr, mit Einschluß der Analysen, ausgeführte Versuche mit.

Darstellung des Aethylacetessigesters. 5.7 grm. Natrium wurden in 70 Grm. käuflich absoluten Alkohols gelöst und mit 32.5 Grm. Acetessigester, gleich darauf mit 40 Grm. Aethyljodür vermischt. Nach wenig mehr als zweistündigem Erhitzen auf dem Wasserbade am Rückflußkühler reagirte die Flüssigkeit neutral. Der Alkohol wurde aus dem Wasserbade möglichst abdestillirt, die farblose Oelschicht abgehoben, durch Schütteln mit Kaliumkarbonat entwässert und rectificirt. Unterhalb  $100^{\circ}$  ging noch Alkohol über. Zwischen  $100^{\circ}$  und  $186^{\circ}$  destillirten nur einige Tropfen, von  $186^{\circ}$  bis  $190^{\circ}$  2 Grm., von  $190^{\circ}$  bis  $196^{\circ}$  32 Grm. unter Hinterlassung einer Spur von Rückstand. Der zwischen  $190^{\circ}$  und  $196^{\circ}$  siedende Antheil gab bei der Analyse direct für die Formel des Aethylacetessigesters stimmende Zahlen.

I. 0.144 Grm. lieferten 0.1094 Grm.  $H_2O$  und 0.3210 Grm.  $CO_2$ .

II. 0.1180 Grm. lieferten 0.0964 Grm.  $H_2O$  und 0.2630 Grm.  $CO_2$ .

	Berechnet	Gefunden	
C .....	60.76	60.79	60.79
H .....	8.86	8.44	9.08
O .....	30.38		

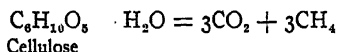
## ↓ DAS METHAN.

VICTOR MEYER UND PAUL JACOBSON.<sup>1\*</sup>

Das Methan  $CH_4$  (Grubengas, Sumpfgas) ist ein Bestandtheil sehr vieler natürlicher Gasquellen. Die Gase, welche den Bohrlöchern der Petroleumquellen entströmen, enthalten reichliche Mengen Methan; die seit alten Zeiten brennenden heiligen Feuer von Baku in Kaukasien werden durch das Entweichen von Methan, welchem Stickstoff, Kohlensäure und Steinöldämpfe

\* *Lehrbuch der organischen Chemie*, Band 1, Seite 130. Veit und Cie., Leipzig.

beigemengt sind, unterhalten; aus den Schlammvulcan bei Bunganak in der Krim tritt fast reines Methan aus. In den Höhlungen der Steinkohlenflötze ist ein Gas eingeschlossen, welches 80-90% Methan und daneben wesentlich nur Stickstoff enthält; beim Abbau der Flötze entweicht dasselbe, Methan ist daher stets der Grubenluft beigemengt und führt aus diesem Grunde die Bezeichnung Grubengas. Tritt es bei der Grubenarbeit plötzlich in grossen Mengen an einer Stelle aus, so verursacht es, wenn es sich aus irgend einem Grunde sofort entzündet, die „feurigen Schwaden“<sup>1)</sup>; weit verhängnissvoller ist es, wenn sich das Gas zunächst mit der atmosphärischen Luft zu den unter dem Namen der „schlagenden Wetter“ bekannten explosiven Gemengen mischt; die Entzündung derselben durch Grubenlichter ruft jene furchtbaren Explosionen hervor, in welchen jährlich so viele Bergarbeiter ihren Tod finden.—Mit Kohlensäure und Stickstoff gemengt, bildet das Methan ferner das aus dem Bodenschlamm von Sümpfen und Teichen aufsteigende Gas, in welchem es von Volta 1778 entdeckt wurde; seine Entstehung verdankt es hier der Fäulniss organischer Substanzen; vielleicht bildet es sich hauptsächlich aus Cellulose, denn es ist festgestellt, dass Cellulose unter dem Einfluss der im Cloakenschlamm und Flussschlamm vorkommenden Mikroorganismen zu Kohlensäure und Methan vergärt:

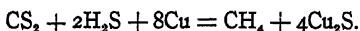


Bei der trockenen Destillation sehr vieler organischer Stoffe, bei dem Durchleiten von organischen Dämpfen durch glühende Röhren bildet sich Methan; daher bildet es einen Hauptbestandtheil des Leuchtgases, welches 30-40% Methan enthält.

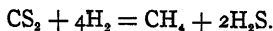
Zur Darstellung des Methans kann man die Destillation eines Gemenges von 1 Th. Natriumacetat und 4 Th. Natronkalk benutzen; das entwickelte Gas kann von geringen Mengen Aceton durch Waschen mit Wasser, von Aethylen durch Waschen mit concentrirter Schwefelsäure gereinigt werden, behält aber dann noch eine nicht unerhebliche Menge Wasserstoff (bis zu 8%) beigemengt.—Reines Methan erhält man am

bequemsten und in vortrefflicher Ausbeute durch Reduction von Jodmethyl  $\text{CH}_3\text{J}$  in alkoholischer Lösung mit verkupferten Zink; man präparirt letzteres, indem man granulirtes Zink viermal mit zweiprocentiger Kupfervitriollösung übergiesst und auf dieselbe bis zur Entfärbung wirken lässt, dann mit Wasser gut auswäscht und mit Alkohol benetzt; lässt man nun eine Mischung von Jodmethyl mit Alkohol—zweckmässig unter Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure—darauf tropfen, so entwickelt sich schon ohne Erwärmen ein langsamer aber stetiger Strom von Methan, das von Jodmethyldämpfen mittelst concentrirter Schwefelsäure und anderen Mitteln zu befreien ist. Auch aus Zinkmethyl und Wasser kann reines Methan erhalten werden.

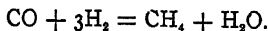
Von theoretischem Interesse ist die Bildungsweise des Methans aus Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff beim Ueberleiten über glühendes Kupfer:



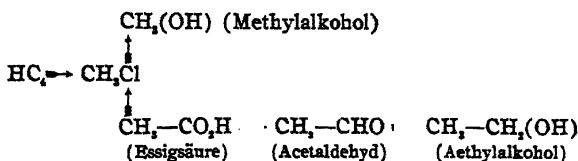
Da Schwefelkohlenstoff aus Kohlenstoff, Schwefelwasserstoff aus Wasserstoff durch Vereinigung mit Schwefel gewonnen werden kann, so wird durch diese Reactionen die Synthese des Methans aus seinen Elementen, welche direct nicht ausführbar ist, vermittelt. Aus Schwefelkohlenstoff entsteht Methan auch durch die Einwirkung des bei der Zersetzung des Phosphoniumjodids  $\text{PH}_4\text{J}$  durch Erhitzen auf  $120\text{--}140^\circ$  nascirenden Wasserstoffs:



Hierher gehört ferner seine Bildung aus einem Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff unter der Wirkung elektrischer Entladungen:



Das Interesse an diesen synthetischen Bildungsweisen wird noch durch den Umstand erhöht, dass man vom Methan fortschreitend die grosse Mehrzahl der organischen Verbindungen synthetisch aufbauen kann. So gelangt man z. B. auf den Wegen:



zum Methylalkohol, zu der Essigsäure, dem Acetaldehyd, Aethylalkohol: Verbindungen, deren jede wieder den Ausgangspunkt zur Darstellung zahlloser anderer bildet. Durch die oben angegebenen Bildungen des Methans aus seinen Elementen wird es ermöglicht, auch für alle jene complicirteren Verbindungen Wege zu ermitteln, auf welchen sie synthetisch durch Zusammentritt der einzelnen Elemente mit einander gewonnen werden könnten.

Das Methan ist ein geruch- und geschmackloses, sehr schwer condensirbares Gas. Es gehört zu den wenigen Gasen, welche man vor noch nicht langer Zeit für überhaupt nicht condensirbar hielt und daher als „permanente Gase“ bezeichnete. Seine Verflüssigung gelang endlich 1877 Cailletet; es bedarf dazu bei  $-11^\circ$  eines Druckes von 180 Atmosphären. Das flüssige Methan bildet eine farblose durchsichtige Flüssigkeit; bei einer Druckverminderung auf 80 mm Hg kühlt es sich auf  $-185.8^\circ$  ab und beginnt zu erstarren. Das Methan brennt mit kaum leuchtender Flamme. Beim Durchleiten durch stark glühende Röhren, ebenso unter dem Einfluss von elektrischen Entladungen, zerfällt es in seine Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff; daneben bilden sich indes auch Aethan, Aethylen  $\text{C}_2\text{H}_4$ , Acetylen  $\text{C}_2\text{H}_2$  und höher condensirte Kohlenwasserstoffe, wie Benzol und Naphtalin.

### DER METHYLALKOHOL.\*

VICTOR MEYER UND PAUL JACOBSON.

Der Methylalkohol  $\text{CH}_3\text{OH}$  führt auch den Namen Holzgeist, da er sich unter den Produkten der trockenen Destillation des Holzes in reichlicher Menge befindet. Unter diesen wurde er zuerst 1661 von Boyle beobachtet; gegenwärtig wird er in erheb-

\* *Lehrbuch der organischen Chemie*, Band 1, Seite 154.

lichen Mengen theils bei der Destillation von Holz, theils aus der Rübenmelassenschlempe gewonnen. Synthetisch kann er aus dem Grubengas unter Benutzung der Reactionen:

$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{H.OH} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl}$   
erhalten werden.

Zur Darstellung von absolut reinem Methylalkohol aus dem käuflichen Produkt bindet man zunächst den Alkohol in Form eines Esters an eine organische Säure und spaltet ihn dann aus dem Ester wieder durch Verseifung ab. Man löst z. B. bei 100° entwässerte Oxalsäure in siedendem Holzgeist; beim Erkalten

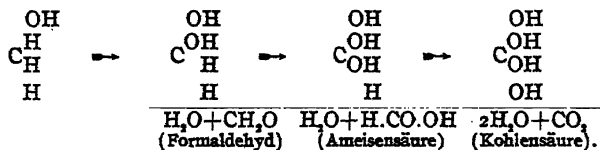
krystallisirt der Oxalsäuremethylester  $\begin{array}{c} \text{CO.O.CH}_3 \\ | \\ \text{CO.O.CH}_3 \end{array}$ , welcher

nun durch Kochen mit Wasser oder Ammoniak wieder in Oxalsäure und reinen Methylalkohol zerlegt wird; letzterer wird durch Rectification über Pottasche oder Kalk entwässert. Statt des Oxalsäureesters kann man sich auch des Benzoesäureesters oder Ameisensäureesters zur Reinigung bedienen. S. ferner die Angaben von Regnault und Villejean (Compt. rend. 99, 82).

Der Methylalkohol brennt mit blassblauer, nicht leuchtender Flamme; er mischt sich mit Wasser in jedem Verhältniss; bei der Mischung tritt Contraction ungefähr in demselben Mass wie beim Aethylalkohol ein. Er wirkt berauschend, in concentrirtem Zustand giftig.

In seinen Umsetzungen zeigt er ganz das Bild eines primären Alkohols. Durch seine Stellung als erstes Glied der Reihe wird indessen in einigen Fällen ein besonderes Verhalten bedingt. So kann die bei seinen Homologen zur Bildung eines Alkylens führende Abspaltung von Wasser durch Austritt der Hydroxylgruppe mit einem Wasserstoffatom des benachbarten Kohlenstoffatoms hier selbstverständlich nicht eintreten, da eben nur ein Kohlenstoffatom im Molecül vorhanden ist. Die Einwirkung von warmer concentrirter Schwefelsäure lässt daher—je nach den Bedingungen—Dimethyläther  $\text{CH}_3\text{O.CH}_3$  oder Schwefelsäuremethylester  $\text{SO}_3(\text{O.CH}_3)_2$  entstehen. Erhitzen mit Chlorzink liefert neben geringen Mengen von Dimethyläther und

Hexamethylbenzol der Hauptsache nach gasförmige gesättigte Kohlenwasserstoffe. Da ferner der Methylalkohol der einzige Alkohol ist, welcher an das mit der Hydroxylgruppe verbundene Kohlenstoffatom noch drei Wasserstoffatome gekettet enthält, so kann er im Gegensatz zu seinen Homologen durch Sauerstoffzuführung zu diesem Kohlenstoffatom drei Oxydationsprodukte von gleicher Kohlenstoffzahl liefern:



Unter allen Alkoholen besitzt der Methylalkohol die grösste Fähigkeit zur Esterbildung; beim Erhitzen mit der äquivalenten Menge Essigsäure auf 150-155° werden in der ersten Stunde 56% esterifiziert, von seinen primären Homologen dagegen nur 46-47%.

Bemerkenwerth ist endlich der Zerfall des Methylalkohols in Kohlenoxyd und Wasserstoff:



beim Ueberleiten über erwärmten Zinkstaub.

### √ DIE STRUCTURFORMEL DES BENZOLS.

*Auszug aus einer Rede, welche von August Kekulé<sup>1</sup> bei Gelegenheit der Festsitzung zu Ehren dieses berühmten Chemikers am 11. März, 1890, in Berlin gehalten wurde.\**

Man hat von Genie gesprochen und die Benzoltheorie als genial bezeichnet. Ich habe mich oft gefragt: was ist eigentlich genial? was ist ein Genie? Man sagt, das Genie erkenne die Wahrheit ohne den Beweis zu kennen. Ich zweifle nicht daran, daß schon in den ältesten Zeiten in dieser Weise gedacht worden ist. „Würde ein Pythagoras eine Hekatombe geopfert haben, wenn er seinen berühmten Satz nicht gekannt hätte, als er den Beweis fand?“

\* *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1890, Seite 1305.



Man sagt auch: das Genie denke in Sprüngen. Meine Herren, der wachende Geist denkt nicht in Sprüngen. Das ist ihm nicht gegeben. Vielleicht ist es für Sie von Interesse, wenn ich, durch höchst indiscrete Mittheilungen aus meinem geistigen Leben, Ihnen darlege, wie ich zu einzelnen meiner Gedanken gekommen bin. Während meines Aufenthaltes in London wohnte ich längere Zeit in Clapham Road in der Nähe des Common. Die Abende aber verbrachte ich vielleicht bei meinem Freunde Hugo Müller in Islington, dem entgegengesetzten Ende der Riesenstadt. Wir sprachen da von mancherlei, am meisten aber von unserer lieben Chemie. An einem schönen Sommertage fuhr ich wieder einmal mit dem letzten Omnibus durch die zu dieser Zeit öden Strassen der sonst so belebten Weltstadt; „outside,“ auf dem Dach des Omnibus, wie immer. Ich versank in Träumereien. Da gaukelten vor meinen Augen die Atome. Ich hatte sie immer in Bewegung gesehen, jene kleinen Wesen, aber es war mir nie gelungen, die Art ihrer Bewegung zu erlauschen. Heute sah ich, wie vielfach zwei kleinere sich zu Pärchen zusammenfügten; wie größere zwei kleine umfaßten, noch größere drei und selbst vier der kleinen festhielten, und wie sich alles in wirbelndem Reigen drehte. Ich sah wie größere eine Reihe bildeten und nur an den Enden der Kette noch kleinere mitschleppten.<sup>1</sup> Ich sah, was Altmeister Kopp, mein hochverehrter Lehrer und Freund, in seiner „Molecularwelt“ uns in so reizender Weise schildert; aber ich sah es lange vor ihm. Der Ruf des Conducteurs: „Clapham Road“ erweckte mich aus meinen Träumereien, aber ich verbrachte einen Theil der Nacht, um wenigstens Skizzen jener Traumgebilde zu Papier zu bringen. So entstand die Structurtheorie.

Ähnlich ging es mit der Benzoltheorie. Während meines Aufenthaltes in Gent in Belgien bewohnte ich elegante Junggesellenzimmer in der Hauptstrasse. Mein Arbeitszimmer aber lag nach einer engen Seitengasse und hatte während des Tages kein Licht. Für den Chemiker, der die Tagesstunden im Laboratorium verbringt, war dies kein Nachtheil. Da saß ich und schrieb an meinem Lehrbuch; aber es ging nicht recht; mein Geist war bei

anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund. Mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichte ähnlicher Art geschärft, unterschied jetzt größere Gebilde von mannichfacher Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; alles in Bewegung, schlangenartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfaßte den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten. Lernen wir träumen, meine Herren, dann finden wir vielleicht die Wahrheit.—

„Und wer nicht denkt  
Dem wird sie geschenkt  
Er hat sie ohne Sorgen.“

Aber hüten wir uns, unsere Träume zu veröffentlichen, ehe sie durch den wachenden Verstand geprüft worden sind. „Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen, seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwicklung; in ihnen wird die Idee, von der niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden That lebendig.“ Ich habe Ihnen vorhin gesagt: zu gewissen Zeiten liegen gewisse Ideen in der Luft. Wir hören jetzt von Liebig, daß es die Keime von Ideen sind, die ähnlich den Bacillenkeimen, die Atmosphäre erfüllen. Warum fanden nun die vor 25 Jahren umherschwirrenden Keime der Structur- und Benzol-Idee gerade in meinem Kopfe den für ihre Entwicklung geeigneten Nährboden?<sup>1</sup>

## ZUR BILDUNG DES ERDÖLS.

C. ENGLER.<sup>2\*</sup>

Hans Hoefer kommt in seiner ausgezeichneten Arbeit über das Erdöl und seine Verwandten aus geologischen Gründen zu dem Schluß, daß das Erdöl animalischen Ursprungs sein müsse

<sup>\*</sup> *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Band 21, Seite 1816 (1888).

und daß zu seiner Bildung die Thierreste früherer geologischer Epochen, insbesondere also Fische, Saurier, Korallenthiere, Tintenfische, Muscheln und andere Weichthiere beigetragen haben. Die Hypothese ist bekanntlich nicht neu, denn schon vor Jahrzehnten hat dieselbe, wie Hoefer angiebt, in Leopold v. Buch, Bertels, Fraas, K. Müller u. a., neuerdings in den meisten Geologen, welche sich mit dem Vorkommen des Bitumens<sup>1</sup> bzw. Erdöles in Amerika befaßt haben, wie Wrigley, Whitney, Hunt u. a., ferner in Ch. Knar, Credner, Eck, Zinken, Paul, Tietze, Uhlig, Piedbeuf ihre Anhänger und Vertreter gefunden und es sind in erster Reihe die in dem marinen Leben jener Thiere in ungeheuren Massen sich entwickelnden Fettsubstanzen, welche als Rohstoffe für die Bildung des Erdöles herangezogen werden.

Was mich aber an den Schlußfolgerungen Hoefers, der auf Grund seiner eigenen reichen Erfahrungen über die Bedingungen, unter denen das Erdöl an seinen zahlreichen Fundstätten sich vorfindet, wie Wenige, unterrichtet ist, ganz besonders interessirte, war der Satz, daß auch aus geologischen Gründen—ähnlich wie dies G. Krämer schon aus chemischen Gesichtspunkten abgeleitet hatte—das Erdöl nur unter höherem Druck bei nicht allzuhoher Temperatur entstanden sein könne, denn es traf sich<sup>2</sup> dieser Ausspruch zufällig mit Versuchen, die ich über die Zersetzung thierischer Fettsubstanzen unter starkem Ueberdruck durchzuführen im Begriff stand.<sup>3</sup> Ich bringe meine bisherigen Versuchsergebnisse, die vielleicht schon jetzt geeignet sind, eine Lücke in der Theorie der Erdölbildung aus animalischen Resten ausfüllen zu helfen, hier in der Kürze zur Mittheilung.

Hr. Dr. Krey, Director der Fabriken der Riebeck'schen Montanwerke zu Webau, Provinz Sachsen, hatte die große Freundlichkeit es zu gestatten, daß meine Versuche mittelst des ihm patentirten Apparates (R.-P. 37728), der die Distillation unter einem Drucke von bis zu 10 Atmosphären ermöglicht, ausgeführt wurden, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank sage.

In dem Apparat wurden 492 kg. braunblanker<sup>4</sup> nordamerikanischer Fischtran (von Menhaden-Fisch, *Clupea tyrann.*, an der

Westküste Nordamerika's gefangen, 1-1.5 kg. schwer) von spec. Gewicht 0.930 der Destillation unterworfen. Unter einem Anfangsdruck von circa 10 Atmosphären, der aber im Verlaufe der Operation auf circa 4 Atmosphären sank, und einer Temperatur von anfänglich 320°, gegen Ende etwas über 400° C., ging neben brennbaren Gasen ein Destillat über, welches sich in eine untere wäßrige und eine obere ölige Schicht schied. Letztere wurde in Fractionen aufgefangen und davon diejenigen, welche bei der Vorprüfung noch erhebliche Mengen von ungesättigten Fetten bezw. Fettsäuren aufwiesen (im Ganzen 217 kg. des Destillates), einer nochmaligen Druckdestillation unterworfen. Es wurden im Ganzen 299 kg. öliges Destillat erhalten, was einer Ausbeute von rund 60 pCt. entspricht. An wäßrigem Destillat wurden circa 20 kg. aufgefangen, doch ließ sich leider nicht vermeiden, daß mit dem zeitweise sehr kräftigen Gasstromen erhebliche Mengen Wasserdampfs und leichtsiedender Öle mitfortgerissen<sup>1</sup> wurden. Immerhin war die Condensation eine so gute, daß das Oel nach oberflächlicher Reinigung schon bei 34° zu sieden begann.

Das Rohöldestillat ist von bräunlicher Farbe, in dünneren Schichten durchsichtig, von stark grüner Fluorescenz und riecht nicht unangenehm; der stechende<sup>2</sup> Geruch des Acroléins fehlt. Specifisches Gewicht 0.8105.

Beim Durchschütteln giebt es ab:

	Vol.-pCt.
an Wasser .....	0.4
an Kalilauge .....	4.8
an engl. Schwefelsäure .....	20.8
an Gemisch von engl. und rauchender Schwefelsäure ...	9.6

also an Hauptfractionen:

	unter 150°	150°—300°	über 300°
Volum.-pCt. ....	29.5	57.5	13
Gew.-pCt. ....	25.9	58.0	16.1
Spec. Gew. ....	0.712	0.817	—

Zunächst wurde der unterhalb 150° siedende Theil einer näheren Untersuchung unterworfen. Behufs Reinigung behandelte ich nacheinander und jeweils wiederholt mit concentrirter

Schwefelsäure, dann einer Mischung von 2 Theilen englischer und 1 Theil rauchender Schwefelsäure, zuletzt mit Natronlauge und mit Wasser. Es verschwanden durch Ausschütteln mit Schwefelsäure 37 Vol.-pCt., was, da die unter  $150^{\circ}$  siedenden Fettsäuren sich vorwiegend im wäßrigen Destillate finden müssen, einen ungefähren Anhaltspunkt für das Mengenverhältniß der in dieser Oelfraction enthaltenen gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe abgibt. Während die Untersuchung dieser letzteren (sowie anderer Theile der Arbeit) noch im Gange ist, habe ich vorerst die ersteren, welche in entschieden vorwiegender Menge vorhanden sind, durch fractionirte Destillation nach Möglichkeit geschieden und dabei die folgenden Kohlenwasserstoffe isolirt.

Normales Pentan mit dem Siedepunkt  $36-38^{\circ}$ , spezifisches Gewicht 0.622, Dampfdichte 2.51, Kohlenstoff 82.81, Wasserstoff 17.10 (berechnet 83.3 bzw. 16.7) pCt., welche Werthe mit den für normales Pentan bis jetzt ermittelten befriedigend übereinstimmen. Weder Brom noch warme rauchende Salpetersäure wirken auf den Kohlenwasserstoff ein, so daß seine Identität zweifellos feststeht.

Normales Hexan, Siedepunkt  $68-70^{\circ}$ , spezifisches Gewicht 0.664, Dampfdichte 2.876; Kohlenstoff 83.40 pCt., Wasserstoff 16.58 pCt., (berechnet 83.72 bzw. 16.28 pCt.). Auch auf diesen Kohlenwasserstoff, ebenso wie auf die folgenden, findet eine Einwirkung von Brom und schwach erwärmter Salpetersäure nicht statt.

Normales Heptan, Siedepunkt  $97-99^{\circ}$ , spezifisches Gewicht 0.688, Dampfdichte 3.35, Kohlenstoff 83.79 pCt., Wasserstoff 16.29 pCt. (berechnet 84.0 bzw. 16.9 pCt.).

Ebenso sind schon die Kohlenwasserstoffe Octan und Nonan der normalen Reihe nach ihrem Siedepunkt und spec. Gewicht erkannt, aber noch nicht näher untersucht. Es unterliegt für mich nach dem Verhalten bei der Destillation außerdem keinem Zweifel, daß auch Kohlenwasserstoffe der secundären Reihe vertreten sind, kurz daß wir es hier ganz mit dem Material zu thun haben, welches von Schorlemmer als das „unentwirr-

bare Gemisch“ der Kohlenwasserstoffe des Erdöles bezeichnet wird. . . .

## ✓ DAS THIOPHEN.\*

VICTOR MEYER.

Den ersten Anstoss zu den Versuchen, welche der Isolirung des Thiophens galten, verdankte ich einem Zufalle. In einer Experimentalvorlesung wünschte ich meinen Zuhörern die Reaction zur Auffindung des Benzols zu demonstrieren, welche darauf beruht, dass Benzol, oder, wie man jetzt sagen muss, thiophenhaltiges Steinkohlentheerbenzol, mit Isatin und concentrirter Schwefelsäure das tief blau gefärbte Indophenin erzeugt. Untermittelbar vorher hatte ich mich von dem sichern Eintreten der Reaction überzeugt, und ich war nicht wenig erstaunt, in der Vorlesung selbst in welcher ich die Erscheinung benutzen wollte, um ein aus Benzoësäure durch Destillation mit Kalk erhaltenes Oel als Benzol zu charakterisiren, ein vollständig negatives Resultat zu erhalten. Mein damaliger Assistent Herr T. Sandmeyer—der Entdecker so vieler, nur zum Theil nach ihm benannter Reactionen—machte mich zwar sogleich darauf aufmerksam, dass vor der Vorlesung der Versuch mit einer anderen Benzolprobe gemacht worden sei, und mit dieser gelang dann das Experiment auch sogleich in erwünschter Weise. Aber das Räthsel war damit nicht gelöst, und, indem ich die auffallende Erscheinung angesichts meines Auditoriums constatirte, fügte ich die Bemerkung hinzu, dass hier ein Problem vorliege, dessen experimentelle Lösung bedeutungsvolle Aufschlüsse ergeben müsse.

Schon die ersten Versuche, die noch am selben Tage in Angriff genommen wurden, boten einigen Anhalt und deuteten an, wie die Angelegenheit weiter zu verfolgen sei.

Ich fand zunächst, dass alle mir zugänglichen Theerbenzole (die verschiedenen, als „Benzol purissimum, crystallisatum“ bezeichneten Präparate des Handels) die Reaction in gleich vollkom-

\* *Die Thiophengruppe*, Seite 1. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

mener Weise zeigten; sodann, dass Benzol, wenn einige Zeit mit Schwefelsäure erwärmt oder geschüttelt, die Fähigkeit, die Indopheninreaction zu zeigen, verliert.

Die letztere Beobachtung liess natürlich die Frange aufwerfen, ob in der beim Behandeln mit Schwefelsäure gebildeten Sulfosäure nur diejenige des Benzols, oder auch eine solche des Isatin bläuenden Körpers vorliege.

Der Versuch entschied für die letztere Annahme. Als die Sulfosäure trocken destillirt wurde, bildete sich ein „actives Benzol.“ d. h. ein Oel, welches die Indopheninreaction in ausgezeichneter Weise zeigte. Eine weitere Frage war, ob denn Benzoësäure verschiedenen Ursprungs stets inactives Benzol liefere. Hier zeigte es sich, dass solche aus Harz und aus Toluol ein inactives Product lieferte, während eine Benzoësäure, die nach der Methode von Merz aus Theerbenzol gewonnen war, das active Product gab.

Danach konnte nicht mehr bezweifelt werden, dass das Theerbenzol einen, dem Benzol sehr ähnlichen Körper enthalten müsse, welcher die Indopheninreaction veranlasst und welcher sich vom Benzol dadurch unterscheidet, dass er von Schwefelsäure leichter aufgenommen und in Sulfosäure umgewandelt wird als Benzol. Der Weg zur Isolirung des neuen Körpers war damit angedeutet.

Es soll nun zunächst das Verfahren beschrieben werden, welches mich zur Feststellung der Zusammensetzung des neuen Körpers führte. Diese wurde anfänglich nicht durch die Analyse der isolirten Substanz, sondern vielmehr durch die ihres Bromsubstitutionsproductes<sup>1</sup> erschlossen. Der Weg, welchen ich einschlug,<sup>2</sup> war folgender: Schon zuvor wurde mitgetheilt, dass Benzol durch mehrstündiges Schütteln mit concentrirter Schwefelsäure seine Activität, d. h. die Fähigkeit, sich mit Isatin zu Indophenin zu vereinigen, verliert, und dass die von dem aufschwimmenden Benzol getrennte neugebildete Sulfosäure bei der trockenen Destillation wieder „actives“ Benzol liefert. Dies Verfahren, zunächst im Kleinen, d. h. mit Anwendung von circa 10 Litern Benzol, durchgeführt, gab mir einige Cubikcentimeter

eines leichten, wasserhellen, sehr beweglichen Oels, das bei circa  $83^{\circ}$  siedete, vom Benzol sich dadurch unterschied, dass es, obwohl noch etwas bezolhaltig, doch in einer Kältemischung nicht erstarrte, und dass es einen sehr beträchtlichen Schwefelgehalt aufwies. Der Körper gab die Indopheninreaction in intensivster Weise, ja, da er durch Schwefelsäure, wie weiter unten erörtert, für sich allein unter Schwarzung verdickt und zerstört wird, so musste man, um die Reaction schön beobachten zu können, den Körper vor der Behandlung mit Isatin und Schwefelsäure zunächst mit einem Ueberschusse von inactivem Benzol oder Ligroin verdünnen.

Da es nach diesen Beobachtungen unzweifelhaft war, dass das Indophenin seine Entstehung nicht dem Benzol, sondern dem darin enthaltenen schwefelhaltigen Oel verdanke, so war zu vermuthen, dass das Indophenin selbst ein schwefelhaltiger Farbstoff sei. Ich theilte diese Vermuthung dem Entdecker des Indophenins, Herrn Prof. von Baeyer mit, zugleich mit der Bitte, den Farbstoff auf einen etwaigen Schwefelgehalt zu prüfen. Herr von Baeyer hatte darauf die Güte, mir Proben von reinem Indophenin und Bromindophenin zu senden, in welchen sich denn auch in der That beträchtliche Mengen von Schwefel nachweisen liessen. Durch dies Ergebniss gewann die Isolirung der flüchtigen Schwefelverbindung ein so hohes Interesse, dass Versuche zur Gewinnung derselben sogleich in grösserem Maassstabe vorgenommen wurden.

250 l reines Handelsbenzol wurden mit 25 l concentrirter Schwefelsäure vier Stunden lang kräftig durchgeschüttelt, die erhaltene schwarze Säureschicht, nach Entfernung des aufschwimmenden Benzols, mit Wasser verdünnt und in bekannter Weise auf das Bleisalz der gebildeten Sulfosäure verarbeitet. Die Menge des so erhaltenen Salzes—hauptsächlich Bleisalz der neuen Sulfosäure neben benzolsulfosaurem Blei—betrug 16 kg; dasselbe bildet eine graue, bröcklige leicht zerdrückbare Masse, und besitzt einen schwachen, unangenehmen Geruch. Dieser rührt von einer, nicht mit in das Salz übergehenden Beimengung her, welche beim Eindampfen der rohen Bleisalzlösung zum grössten



Theil mit den Wasserdämpfen entweicht, unter Verbreitung eines sehr ekelhaften Geruchs.

Dies Bleisalz bildet nun ein Material, aus welchem sich der neue Körper bequem in grösserer Menge gewinnen lässt. Anfangs zersetzte ich dasselbe durch Schwefelwasserstoff, filtrirte vom Schwefelblei und unterwarf die freie Sulfosäure der trockenen Destillation. Das lästige Füllen und Filtriren von Kilogrammen Schwefelblei lässt sich indessen vermeiden. Zu diesem Behufe wird das Bleisalz, fein gepulvert, in Portionen von 200 g mit concentrirter Salzsäure erhitzt. Nachdem Wasser und Salzsäure übergegangen, beginnt die Zersetzung der freien Sulfosäure, welche leider stets unter Entwicklung von schwefeliger Säure und gleichzeitiger partieller Verkohlung verläuft, und, während Wasser und Oele destilliren, hinterbleibt schliesslich eine aufgeblähte Masse von Kohle und Chlorblei. Die Destillation muss langsam und vorsichtig geleitet werden, damit ein Uebersteigen vermieden wird. Noch zweckmässiger, als durch trockene Destillation der freien Säure, bewirkt man die Umwandlung nach dem Verfahren, welches H. Caro zur Eliminirung der Sulfogruppe aus aromatischen Substanzen vorgeschlagen hat: durch trockene Destillation des Ammoniaksalzes. Zu diesem Behufe wird das Bleisalz mit  $\frac{1}{4}$  seines Gewichts an Salmiak innig vermischt und destillirt. Die weitere Verarbeitung des Destillates geschieht in der gleichen Weise wie bei dem erstgenannten Verfahren.

Das Rohdestillat enthält reichlich mercaptan- bzw. phenolartige Körper und wird durch Schütteln mit Wasser dann mit starker Kalilauge (anfangs unter guter Abkühlung) gereinigt. Das Product wird durch Chlorcalcium entwässert und im Wasserbade oder auch auf freier Flamme überdestillirt, wobei eine geringe Menge hoch siedender Schwefelverbindungen zurückbleibt, welche nicht näher untersucht worden sind. Das erhaltene, leicht flüchtige Oel, nochmals mit Chlorcalcium oder auch durch längeres Kochen über Natrium entwässert, ist eine Mischung, welche ungefähr 70 Proc. des neuen Körpers und 30 Proc. Benzol enthält. Es siedet zum grössten Theile bei 84°,

abgesehen von einem geringen, zwischen  $78^{\circ}$  und  $84^{\circ}$  übergehenden Vorlaufe, und ergab einen Schwefelgehalt von 28 Proc.

Das beschriebene Product lässt sich aus dem Bleisalz leicht in grösserer Menge gewinnen. So erhielt ich bei der erstmaligen Operation aus 2600 g Bleisalz, das in Portionen von 200 g verarbeitet wurde, 230 g Rohöl, aus welchem, nach Entfernung der sauren Beimengungen durch Kali und nach der Rectification, 140 g des bei circa  $84^{\circ}$  siedenden Oels gewonnen wurden. Bei späteren Operationen wurden aus je einem Kilogramm Bleisalz ca. 80 g des Oels gewonnen.

Der so erhaltene Körper ist ein leichtes, wasserhelles, sehr bewegliches Oel, von schwachem, an Benzol erinnernden Geruch. In einer Kältemischung von Eis und Salz erstarrt es nicht. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich in der Kälte unter tiefbrauner Färbung; längere Zeit mit der Säure in Berührung gelassen, entwickelt es erst Schwefelwasserstoff, dann schweflige Säure, und verdickt sich allmählig zu einem Brei, der auf Zusatz von Wasser einen dicken, grauen, in allen Lösungsmitteln unlöslichen, amorphen Niederschlag ausfallen lässt. Die Indopheninreaction zeigt das Oel natürlich in intensivster Weise; am besten, ungetrübt durch die von der Einwirkung der Schwefelsäure herrührende Bräunung, beobachtet man sie (vergl. oben), wenn man eine Spur Oel in eine grössere Menge inactiven Benzols oder Ligroins einbringt, welches dadurch sogleich befähigt wird, mit Isatin und Schwefelsäure die bekannte Reaction zu geben.

Um aus diesem, noch benzolhaltigen Gemische den neuen Körper abzuscheiden, boten sich verschiedene Wege. Derjenige, der mich zuerst zur Feststellung seiner Formel führte, beruht auf dem Umstande, dass Brom in der Kälte auf das Oel mit grosser Lebhaftigkeit einwirkt und dasselbe in hoch siedende Substitutionsproducte überführt, während unter diesen Umständen Benzol kaum angegriffen wird. Versetzt man daher das Oel mit unzureichenden Mengen Brom, so gewinnt man ein Gemisch von viel unangegriffenem Benzol, weniger unangegriffenem schwefel-

haltigem Oel und viel Bromsubstitutionsproducten des letzteren, aus denen sich durch Fractioniren *eines* leicht und in grösserer Menge erhalten lässt.

Ich verfuhr folgendermaassen: Zu 70 ccm des Oels wurden aus einem Tropftrichter langsam und unter Kühlung mit Wasser 128 g Brom gefügt. Die Reaction verlief unter stromweisem Entweichen von Bromwasserstoff. Das erhaltene schwere Oel wurde mit Wasser, dann mit Natronlauge gewaschen, und darauf zur Entfernung von Körpern, die sich bei der Destillation unter Bromwasserstoffentwicklung zersetzen und vermuthlich Additionsproducte sind, wie solche ja auch beim Bromiren des Benzols, entstehen, einige Stunden mit alkoholischem Kali am Rückflusskühler gekocht. Wasser fällte nun ein schweres, täuschend nach Brombenzol riechendes Oel, das gewaschen, getrocknet und fractionirt ward. Sein Gewicht betrug 110 g. Bei der Rectification erhielt man zunächst 23 g eines Vorlaufs, der unter 100° überging, auf den Brom nur langsam einwirkte, und der grösstentheils aus Benzol und wenig des schwefelhaltigen Oels bestand. Er wurde vorläufig bei Seite gestellt, das höher siedende dagegen nun systematisch rectificirt. Dasselbe kochte zwischen 100° und 300°, bei weitem der grösste Theil aber siedete um 200° C., und einige Rectificationen genügten, um daraus ein völlig constant siedendes Product zu gewinnen.

## DIE SYNTHESE VON FRIEDEL UND CRAFTS.\*

DR. KARL EILBS.<sup>1</sup>

Für die praktische Auführung der Synthese von Friedel und Crafts lassen sich folgende allgemeine Regeln geben:

Reagentien und Gefässe müssen unbedingt trocken sein; damit der durch den Rückflusskühler entweichende Halogenwasserstoff keine Gelegenheit findet, aus der Luft Wasser anzuziehen und dann in Form flüssiger Säure in den Kolben zurückzuffliessen, wird auf den Kühler ein nach abwärts gebogenes Chlor-

---

\* *Die Synthese der Kohlenstoffverbindungen*, Band II, Seite 141. Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

calciumrohr aufgesetzt. Das Chloraluminium muss frisch sein; Bromaluminium bietet keine Vortheile.

Gutes Chloraluminium besteht aus Körnern oder Brocken, an Bruch und Farbe ähnlich dem Bernstein und auch ebenso durchscheinend wie dieser; weisse Stücke oder gar weisses Pulver sind durch Feuchtigkeit zersetzt und unbrauchbar. In den Chloraluminiumflaschen herrscht stets ein ziemlich beträchtlicher Druck, weshalb beim Oeffnen vorsichtig zu verfahren ist, da gewöhnlich der Stöpsel und manchmal auch ein Theil des Inhaltes mit Gewalt herausgeschleudert wird. Nach dem Gebrauche sind die Flaschen sofort wieder zu verschliessen, und der Stöpsel mit einem aus Wachs und Vaseline zusammengeschmolzenen Kitt zu verstreichen. Eine Wägung ist unzweckmässig; man schätzt nach dem bekannten Gesamtinhalt der Flasche den herauszunehmenden Theil ab.

Es werden ungefähr äquivalente Mengen von Kohlenwasserstoff, Halogenverbindung und Aluminiumchlorid verwendet.

Die günstigen Temperaturen liegen zwischen  $40^{\circ}$ – $90^{\circ}$ , selten höher; Sonnenlicht unterstützt die Reaktion wesentlich, und die Ausbeuten sind besser, wenn die Umsetzung ohne Wärmezufuhr im Sonnenlichte, als wenn sie ohne solches in der Wärme erfolgt.

Fast ausnahmslos ist es zweckmässig, das Reaktionsgemisch mit Schwefelkohlenstoff oder Petroläther zu verdünnen; die vortheilhafte Wirkung dieser Substanzen ist eine dreifache; fürs erste wirken sie einfach als Verdünnungsmittel und sichern als solche einen gleichmässigen, ruhigen Verlauf des Prozesses. Dann gestatten sie beim Erwärmen auf dem Wasserbade die Temperatur stets auf einer gewünschten, durch ihren Siedepunkt annähernd festgelegten Temperatur zu erhalten (Schwefelkohlenstoff siedet bei  $47^{\circ}$ , von Petroläther lassen sich leicht Fraktionen gewinnen, deren Siedepunkt von  $60^{\circ}$  ab bis hinauf gegen  $100^{\circ}$  liegt); schliesslich verhindern sie, dass bei der heftigen Einwirkung des Wassers auf das Endprodukt der Reaktion ein Theil des Materials sich zersetzt oder verharzt.

In einen geräumigen Kolben giesst man eine nicht zu geringe Menge Schwefelkohlenstoff oder Petroläther, trägt rasch auf

einmal das Chloraluminium ein, setzt den Rückflusskühler auf und giebt mittels eines Tropftrichters das Gemisch aus Kohlenwasserstoff, Halogenverbindung und Verdünnungsmittel in kleinen Mengen zu, indem man jeweils kräftig schüttelt und abwartet, bis die unter starker Halogenwasserstoffentwicklung und freiwilliger Erwärmung vor sich gehende Reaktion nachgelassen hat. Wenn alles eingetragen ist, so erwärmt man auf dem Wasserbade, bis die Halogenwasserstoffentwicklung nahezu aufhört; manchmal geht die Reaktion ohne äussere Wärmezufuhr zu Ende; eine längere Erwärmung als höchstens 12-15 Stunden ist niemals günstig.

Manchmal erhöht sich die Ausbeute etwas, wenn man das Chloraluminium allmählich einträgt, statt von vornherein die ganze Menge zuzugeben; trotzdem ist dies Verfahren nicht vortheilhaft, weil durch das häufige Oeffnen der Flaschen das Aluminiumchlorid beträchtlich Schaden leidet.

Will man das Verdünnungsmittel samt dem darin gelösten Ausgangsmaterial sogleich zu einer zweiten Synthese anwenden, so giesst man ab, setzt aber zum Ersatze<sup>1</sup> wieder etwas frischen Schwefelkohlenstoff oder Petroläther zu, weil es von Wichtigkeit ist, dass die Einwirkung des Wassers durch die Gegenwart dieser niedrig siedenden Substanzen gemässigt wird.

Zu der völlig erkalteten Reaktionsmasse lässt man durch den Kühler eine sehr geringe Menge Wasser hinabfliessen und schüttelt um; nach Ablauf der stürmischen Einwirkung wiederholt man den Wasserzusatz, bis keine Reaktion mehr stattfindet, und bewerkstelligt dann die Reingewinnung des Produktes auf Wegen, die unten bei den verschiedenen Körperklassen genau angegeben sind.

Statt eines Verdünnungsmittels den reagirenden Kohlenwasserstoff in grossem Überschusse anzuwenden ist, abgesehen vom Benzol, wenn dessen Siedepunkt im betreffenden Falle zugleich die günstigste Reaktionstemperatur darstellt, unvortheilhaft; denn es fehlt dann der bequeme Temperaturregulator, und überdies gehen grosse Mengen von Kohlenwasserstoff nutzlos verloren, da man sie nicht wieder in reinem Zustande zurück-

gewinnt, in Folge der Zersplitterung und Alkylübertragung durch das Chloraluminium.

1. Darstellung von Kohlenwasserstoffen.

Zu der mit Wasser versetzten Reaktionmasse wird etwas verdünnte Salzsäure gegeben behufs Lösung basischer Aluminiumsalze, welche oft dem ganzen Gemisch eine unbequeme emulsionsartige Beschaffenheit verleihen. Bei Versuchen in kleinem Massstabe trennt man die Schicht von Petroläther oder Schwefelkohlenstoff, welche die gesamte organische Substanz enthält, mittels eines Scheidetrichters von der sauren wässrigen Flüssigkeit, wäscht sie mit Wasser, trocknet sie mit Chlorcalcium und unterwirft sie der fraktionirten Destillation. Grössere Massen werden zweckmässiger in der Art verarbeitet, dass man im Wasserdampfströme destillirt, wodurch man bei einiger Aufmerksamkeit schon eine annähernde Trennung von Schwefelkohlenstoff bezw. Petroläther, Halogenalkyl, als Ausgangsmaterial verwendeten und synthetisch erhaltenem Kohlenwasserstoff erzielt; die gesondert aufgefangenen Antheile werden der fraktionirten Destillation unterworfen. Oberhalb 250° siedende Kohlenwasserstoffe gehen mit Wasserdampf nur langsam oder gar nicht über; man trennt sie darum in geeigneter Weise von der wässrigen Flüssigkeit, nachdem alle leichtflüssigen Bestandtheile abgetrieben sind, und destillirt sie mit überhitztem, nicht gespanntem Wasserdampf<sup>1</sup> oder für sich mit oder ohne Anwendung verminderten Druckes. Auch gut krystallisirende hochmolekulare Kohlenwasserstoffe lassen sich ohne vorhergegangene Destillation durch fraktionirte Krystallisation nur sehr mühsam und unter grossen Verlusten reinigen.

✓ AUS EINEM NEKROLOG AUF RUDOLPH KNIETSCH.\*<sup>2</sup>

H. V. BRUNCK.

Alle vor 1874 angestellten Versuche, aus schwefliger Säure und Sauerstoff unter Anwendung einer Contactsubstanz Schwefeltrioxyd oder Schwefelsäure herzustellen—die ersten Versuche

\* *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Band 39, Seite 4483 (1906).

waren schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts angestellt worden—hatten praktisch keinen Erfolg, und nach den Verfahren, welche sogar teilweise patentiert worden sind, ist wohl niemals in Wirklichkeit gearbeitet worden. Clemens Wirkler bezw. die königlichen Muldenhütten bei Freiberg in Sachsen und bald nachher die Chemische Fabrik Rhenania in Stolberg waren die ersten, welche wenn auch in sehr beschränktem Umfang, aus schwefliger Säure und Sauerstoff rauchende Schwefelsäure hergestellt haben. Wie wenig vollkommen das Verfahren zu jener Zeit ausgebildet war, zeigen die damals veröffentlichten Angaben von Winkler (Dinglers polytechn. Journ. Jahrg. 1875, Bd. 218, pag. 132), wonach schweflige Säure mit Sauerstoff in stöchiometrischem Verhältniß in Abwesenheit eines Verdünnungsmittels bis zu 73 pCt. Schwefeltrioxyd lieferte, während bei Anwendung von sehr verdünnter schwefliger Säure das Zusammenlegen von Schweflige Säure und Sauerstoff nur zu 11.5 pCt. erfolgte. Diese Resultate waren bei Anwendung eines Gemisches der Componenten erhalten worden, wie es durch Zersetzung von Schwefelsäure in der Glühhitze entsteht. Aber auch dann, als man 2 Jahre später zur Verwendung von Röstgasen überging, gelang es, nach Mittheilung Winkler's (Zeitschr. f. angew. Chem. 1900, pag. 738) nicht, mehr als 2-3 bis höchstens 3-4 der benützten schwefligen Säure in Schwefeltrioxyd überzuführen. Schröder und Hänisch glaubten—die Versuchsergebnisse der Muldener und Stolberger Fabriken waren geheim gehalten worden—eine Verbesserung des veröffentlichten Winkler'schen Verfahrens dadurch erzielt zu haben, daß sie (vergl. D. R. P. 42215) an Stelle von Sauerstoff Luft unter Druck zur Anwendung brachten<sup>1</sup> in der Meinung, durch letzteren die angeblich schädliche Wirkung der Verdünnung des Gasgemisches durch Stickstoff paralysieren zu können.

Knietsch, der dieses Verfahren in der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik kennen lernte, erkannte zunächst, daß es, entgegen den oben erwähnten Angaben von Clemens Winkler, zur praktischen Gewinnung von Schwefelsäureanhydrid aus schwefliger Säure und Sauerstoff nicht erforderlich ist, die beiden Gase in stöchiometrischem Verhältniß zur Einwirkung zu

bringen, so wie sie z. B. durch Spaltung der Schwefelsäure in der Hitze erhalten werden können, sondern daß vielmehr die Ausbeute an Schwefeltrioxyd bei Anwendung eines Überschusses an Sauerstoff steigt. Fernerhin wies er nach, daß der in der Luft vorhandene Stickstoff den Reactionsverlauf nicht stört, so daß man weder auf die Verwendung reinen Sauerstoffs angewiesen ist, noch die Reaction unter Druck bewirken muß.

Beim Studium der Bildungs- und Zersetzungs-Temperatur von Schwefeltrioxyd unter verschiedenen Bedingungen hat Knietsch dann gefunden, daß die günstigste Temperatur für das quantitative Zusammenlegen von schwefliger Säure und Sauerstoff bei ca.  $450^{\circ}$  liegt, und daß daher nur diejenige Contactsubstanz für ein quantitativ arbeitendes Verfahren brauchbar ist, welche bei dieser Temperatur das Maximum ihrer Wirksamkeit erreicht. Von den verschiedenartigsten Contactsubstanzen, die geprüft wurden, entsprach nur das Platin—auch die übrigen Metalle der Platingruppe sind ungeeignet—dieser Bedingung.

Diese Thatsache zusammen mit der Überlegung, daß die Bildung von Schwefelsäureanhydrid aus Schwefligsäure und Sauerstoff ein exothermer chemischer Proceß ist, führten Knietsch zu dem Schluß, dass es geradezu widersinnig sei, die Contactmasse andauernd auf Rotglut zu erhitzen, wie man dies bisher für erforderlich gehalten hatte, daß man vielmehr bestrebt sein müsse, die günstigste Reactionstemperatur in der Contactmasse zu erhalten. Die zielbewußte Entfernung der überschüssigen und schädlichen Reactionswärme, am zweckmäßigsten durch die zuströmenden Röstgase selbst, war somit eine weitere, für die Durchführung des Verfahrens im Großen unerläßliche Errungenschaft.

Das günstigste Verhältniß zwischen schwefliger Säure und überschüssiger Luft, die vorteilhafteste Geschwindigkeit des Gasstromes bei einer gegebenen Menge Contactsubstanz wurden durch viele Versuche festgestellt, und eine gut functionierende Anbringung der Contactsubstanz—Entlastung der Contactmasse im stehenden Rohr durch zwischengeschobene Metallsiebe—wurde ebenfalls ersonnen.



Mit der Erkenntniß, daß die Verdünnung der schwefligen Säure durch Luft die nahezu quantitative Bildung von Schwefeltrioxyd nicht beeinflußt, schien bereits die Möglichkeit gegeben, die von den Kiesöfen kommenden Röstgase für den Contactproceß zu benutzen. Neue Schwierigkeiten stellten sich indessen auch hier in den Weg. Versuche im Großen zeigten nämlich, daß die Contactmasse selbst bei einer für damalige Begriffe weitgehenden Reinigung der Röstgase sehr rasch unwirksam wurde, und es begannen nur die umfangreichen und mühevollen Arbeiten, den Grund dieser Erscheinung zu finden. Dabei ergab sich denn, daß unter allen in Frage kommenden Verunreinigungen der Röstgase in erster Linie das Arsen ein heftiges Gift für die Contactmasse ist, welches dieselbe, schon lange bevor etwa eine mechanische Verstopfung durch noch mitgerissene Reste von Flugstaub in Betracht kommen könnte, unwirksam macht. Es galt demnach, auch den Röstgasen neben anderen schädlichen Verunreinigungen vor allem das Arsen vollständig zu entfernen. Dieses Problem der völligen Entfernung der schädlichen Verunreinigungen aus den Röstgasen, dessen technische Durchführung damals als unmöglich galt, löste Knietsch in glänzender Weise und zeigte als erster, daß man die Röstgase so vollkommen von allen Verunreinigungen befreien kann, daß die Contactmasse selbst viele Jahre lang ihre Wirksamkeit unverändert beibehält. Dabei erkannte er es als nothwendig, sogar die den Gasen hartnäckig beigemischt bleibenden Nebel von Schwefelsäure, welche sich als Träger schädlichen Arsens erwiesen, vor dem Eintritt in die Contactmasse vollkommen zu entfernen und sie somit für die Reaction freiwillig verloren zu geben.

Die von Knietsch für diese Aufgabe in erster Linie verwendeten Reinigungs- und Wasch-Verfahren waren eigener Art. Es wurde dabei in der Weise verfahren, daß man die Temperatur der heißen Gasgemische zweckmäßig durch Vor- kühlung in Leitungen und Hauptkühlung in Kühlapparaten, herabsetzte und alsdann so lange einem die innige Durchmischung mit der Waschflüssigkeit bewirkenden Waschproceß unter-

warf, bis die optische und chemische Untersuchung die völlige Entfernung von staub-, nebel- und gasförmigen schädlichen Stoffen, wie Schwefelsäure, Arsen, Phosphor, Quecksilber und deren Verbindungen ergab.

Aber auch die Absorption des gebildeten Schwefeltrioxyds erforderte noch besondere Maßnahmen. Während weder Wasser noch verdünnte Schwefelsäure selbst bei Anwendung einer ganzen Reihe von Absorptionsgefäßen imstande sind, Schwefeltrioxyd quantitativ zu absorbieren, zeigte Knietsch als erster, daß dies sofort in einem einzigen Absorptionsgefäße gelingt, wenn man Schwefelsäure von 97-99 pCt. zur Anwendung bringt. Man verfährt daher so, daß man die Anhydriddämpfe mit einer Schwefelsäure in innige Berührung bringt, welche durch regulierbare Verdünnung dauernd bei der Concentration von 97-99 pCt.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  erhalten wird.

Auch für die Gewinnung technisch eisenfreier, rauchender oder gewöhnlicher Schwefelsäure unter Verwendung eiserner Absorptionsapparate zeigte sich bald ein geeigneter Weg durch die Beobachtung, daß rauchende Säure, welche mehr als 27 pCt. (diese Grenze entspricht etwa dem Hydrat  $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$ ) Schwefelsäureanhydrid enthält, Eisen insbesondere Schmiedeeisen weder in der Wärme noch bei heftiger mechanischer Bewegung angreift, während rauchende Säure geringerer Concentration dies in erheblichem Maße thut. Die Vorsicht, in dem Absorptionsgefäß stets die genannte Concentration von rauchender Schwefelsäure zu erhalten, ergab daher das gewünschte Resultat, wobei man für die Erzielung technisch eisenfreier Säure geringerer Concentration die rauchende Säure nur in entsprechender Weise zu verdünnen hat.

Die Ausbildung der vorstehend im allgemeinen gekennzeichneten Verfahren,<sup>1</sup> das Ersinnen geeigneter Apparate für die praktische Durchführung des theoretisch als richtig Erkannten stellten ganz aussergewöhnlich große Anforderungen an technisches Können und erheischten ein inniges Zusammenwirken des Chemikers und Ingenieurs. Gerade für die Lösung dieser Aufgaben war aber Knietsch zufolge seiner großen Neigung zu

Arbeiten auf mechanischem und maschinentechnischem Gebiet ganz besonders befähigt.

Wie bei jeder epochemachenden Erfindung hat es auch hier nicht an nachträglichen, gegen die Originalität derselben gerichteten Angriffen gefehlt. Man hat, allerdings erst verschiedene Jahre nach Ertheilung der bezüglichen deutschen Patente und nach dem Zeitpunkt des mehrerwähnten<sup>1</sup> Berliner Vortrags,\* darauf hinweisen wollen, daß schon vor 1898 an vereinzelt Orten ähnliche Arbeitsweisen des Contactverfahrens eingehalten worden seien, bezw. daß die Schädlichkeit des Arsens schon bekannt gewesen sei (Actien-Gesellschaft für Zinkindustrie, vormals Wilhelm Grillo, und Muldenhütten bei Freiberg i. S.). Es kann nicht meine Aufgabe sein, auf die bezügliche, nicht zum Austrag gekommene Polemik (welche zum Theil gar nicht mehr zur Kenntniß des schon schwer Erkrankten kam) hier näher einzugehen. Es sei nur bemerkt, daß die vorgebrachten Punkte theils in ihrer Tragweite nicht erkannt, theils geheimgehalten worden sind; auf alle Fälle hat Knietsch sein Verfahren unabhängig aufgefunden und es in der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik zu einem Betrieb allergrößten Maßstabes und vollkommener Art ausgebildet. Das große Verdienst, die maßgebenden Gesichtspunkte erkannt, geschickt entwickelt und in genialer Weise zu dem großen Schwefelsäure-Contactverfahren vereinigt und damit einen neuen, heute die Welt beherrschenden Zweig der anorganisch-chemischen Industrie geschaffen zu haben, dies Verdienst wird Knietsch für alle Zeit bleiben.

## DAS MESSEN DER GASE.†

OTTO BLEIER.

Die wichtigste Operation bei allen gasometrischen Arbeiten ist das Messen der Gase. Denn es liegt in der Natur der Gase, dass

---

\* R. Knietsch: Über die Schwefelsäure und ihre Fabrication nach dem Contactverfahren. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1901, S. 4069.

† *Neue gasometrische Methoden*, Seite 5. Spielhagen und Schurich, Wien.

man im allgemeinen ihre Quantität besser durch Messen des Volumens als durch Bestimmung des Gewichtes ermittelt.

Die Messung der Gasvolumina kann eine directe oder indirecte sein; die directe erfolgt durch Ablesung an einem nach dem metrischen System getheilten Messgefäße, in welchem sich das Gas, durch eine geeignete Flüssigkeit abgesperrt, befindet; die indirecte beruht auf der Ermittlung des Volumens oder auch des Gewichtes der Flüssigkeitsmenge, welche durch ein zutretendes Gas verdrängt wurde, oder welche umgekehrt zur Verdrängung des zu messenden Gases gedient hatte.

Das Volumen eines Gases genügt aber nicht, um die Quantität desselben eindeutig zu bestimmen; denn infolge der Ausdehnbarkeit der Gase kann eine bestimmte Gewichtsmenge derselben je nach Umständen einen sehr verschiedenen Raum einnehmen. Vor grösstem Einfluss auf das Volumen der Gase sind:

1. Der Druck.
2. Die Temperatur.
3. Der Feuchtigkeitszustand.

Direct miteinander vergleichbar sind nur Volumina, die unter gleichem Druck, Temperatur und Feuchtigkeitszustand gemessen sind, oder die unter Berücksichtigung der Tension der Sperrflüssigkeiten auf gleichen Druck und gleiche Temperatur reducirt sind. Man pflegt daher die Gase auf den sogenannten Normalzustand zu reduciren, das ist das Volumen der trockenen Gase bei 0° und 760 mm Quecksilberdruck. Die Reduction auf das Normalvolumen erfolgt nach den Gesetzen von Boyle (Mariotte), Gay-Lussac und van der Waals.

Nach dem Gesetze von Boyle (1660) und Mariotte (1678) sind die Volumina der Gase umgekehrt proportional dem auf ihnen lastenden Druck. Wenn also  $V_0$  das gesuchte Volumen des Gases bei Normaldruck und  $V_p$  das Volumen des Gases bei  $p$  mm Quecksilberdruck bezeichnet, so ist

$$V_0 : V_p = p : 760$$

$$V_0 = \frac{pV_p}{760} \dots\dots (I.).$$

Nach dem Gesetze von Gay-Lussac (1802) dehnen sich alle Gase proportional der Temperatur aus. Ihr Ausdehnungscoefficient beträgt  $\frac{1}{273} = 0.003665$ . Wenn also das Volumen bei  $0^\circ$  gleich 1 war, so ist es bei  $1^\circ$  1.003665, u. s. w. Bezeichnet man das bei  $t^\circ$  beobachtete Volumen eines Gases mit  $V_t$ , sein Volumen bei  $0^\circ$  mit  $V_0$ , so findet nachstehende Beziehung statt:

$$V_t = V_0 + V_0 \frac{1}{273} t = V_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right) \dots (II.).$$

Bezeichnen wir nun mit  $V$  das Volumen eines Gases bei der Temperatur  $t$  und dem Druck  $p$  mit  $V_t$  das Volumen desselben Gases bei der Temperatur  $t$  und einem Druck von 760 mm, so verhält sich nach dem Boyle'schen Gesetze:

$$V_t : V = p : 760.$$

Lösen wir diese Gleichung nach  $V$  auf und setzen für  $V_t$  den aus der Gleichung II gefundenen Werth ein, so ist:

$$V = \frac{760}{p} V_t = \frac{760}{p} V_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right), \text{ und demnach,}$$

$$V = \frac{273 p V_0}{760 (273 + t)} \dots \dots \dots (III.).$$

Diese Gleichung III, das Boyle-Gay-Lussac'sche Gesetz dient zur Reduction eines trockenen Gases auf den Normalzustand.

Um auch den Feuchtigkeitszustand eines Gases zu berücksichtigen, muss die Tension des Wasserdampfes von dem Barometerstand abgezogen werden, da die Spannkraft des Wasserdampfes dem Atmosphärendruck entgegen wirkt. Wir erhalten also folgende, sämmtliche Correctionen umfassende Formel:

$$V_0 = \frac{273 V (p - f)}{760 (273 + t)} \dots \dots (IV.),$$

wenn wir in der Gleichung III  $p-f$  für die Grösse  $p$  einsetzen, wobei  $f$  die Tension des Wasserdampfes bei der Temperatur  $t$ , ausgedrückt in Millemetern Quecksilberdruck, bedeutet.

Das Boyle-Gay-Lussac'sche Gesetz findet seinen Ausdruck in der Gleichung:

$$pv = RT$$

worin  $v$  das Volumen bedeutet, das von dem Moleculargewicht in Grammen (z. B. 32 g  $O_2$ ) bei dem Drucke  $p$  eingenommen wird.  $T$  ist die von  $-273^\circ C$  angefangen gezählte Temperatur, welche man die absolute Temperatur nennt,  $R$  eine Constante, die von den gewählten Masseinheiten abhängt.

Dieses Gesetz gilt aber für kein Gas ganz genau. Vielmehr zeigen alle Gase Abweichungen von dem Boyle'schen Gesetze, welche van der Waals im Jahre 1879 auf Grund der kinetischen Gastheorie folgendermassen erklärte.

Wenn die Molecüle in einer gegebenen Gasmasse einen messbaren Raum einnehmen so muss dieser Umstand einen Einfluss auf die Gültigkeit des Boyle'schen Gesetzes haben. Denn wenn sich ein Molecül von bestimmtem Durchmesser in einem geschlossenen Raum bewegt, so wird die Zahl der Stösse offenbar eine grössere seine, als wenn das Molecül überhaupt keine Ausdehnung besässe, da es nicht die ganze Entfernung, sondern immer eine um seinen eigenen Durchmesser kleinere Entfernung zurückzulegen hat, bevor es auf ein anderes Molecül oder auf eine begrenzende Wand stösst. Der Druck wird durch diesen Umstand schneller wachsen müssen, als das Boyle'sche Gesetz erfordert. Nennt man den von einem Molecül eingenommenen Raum  $b$ , so ist das Boyle'sche Gesetz offenbar nicht auf den gesammten Raum, sondern auf den nicht von der Substanz der Molecüle erfüllten Zwischenraum  $v-b$  zu beziehen, und wir erhalten statt der Gleichung  $p v = R T$  vielmehr die Gleichung

$$p(v-b) = R T.$$

Ausser dieser bei hohem Druck hervortretenden Abweichung vom Boyle'schen Gesetz, nach welchem die beobachteten Volumina grösser sind als die berechneten, zeigen alle Gase ausser Wasserstoff, besonders bei geringem Druck, noch eine andere, die das umgekehrte Zeichen hat: Das Product  $p v$  ist zu klein, und nimmt bei steigendem Druck zunächst ab. Diese zweite Abweichung wird durch die Entfernung zwischen den Molecülen erklärt; je kleiner dieselbe ist. desto grösser ist die Anziehungskraft zwischen den Molecülen und desto kleiner der aussen wirkende Druck. Nach van der Waals ist diese Grösse

dem Quadrat des Volumens umgekehrt proportional. Demgemäss ist zu dem äusseren Druck die Grösse  $\frac{a}{V^2}$  hinzuzufügen, und die in Bezug auf beide Störungen corrigirte van der Waal'sche Gleichung heisst darnach:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right) (v-b) = RT.$$

Diese van der Waal'sche Gleichung findet aber nur dann unter Umständen Anwendung, wenn es sich um sehr bedeutende Temperatur- und Druckdifferenzen handelt, also z. B., wenn man mit Autoklaven (Druckgefässen) arbeitet. Sonst genügen selbst für die exactesten gasometrischen Bestimmungen die Correctionen nach der Gleichung IV, da die geringen Abweichungen von derselben im allgemeinen weit unter der Fehlergrenze der Gasanalysen liegen.

Die Feuchtigkeitsbestimmung des ursprünglichen Gases wird, wo eine solche erforderlich ist, im allgemeinen von der eigentlichen Gasanalyse getrennt, in einer besonderen Bestimmung ausgeführt. Bei vergleichenden Gasmessungen (Gasanalysen) kann man sich die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes bei den einzelnen Gasmessungen ersparen, wenn derselbe sich im Verlauf der Analyse nicht ändert. Da es aber sehr schwierig und oft unmöglich ist, den ursprünglichen Feuchtigkeitsgehalt im Verlaufe einer Gasanalyse constant zu erhalten, so hat schon Bunsen die Feuchtigkeitsbestimmung bei jeder einzelnen Messung einer Gasanalyse dadurch überflüssig gemacht, dass er alle Gasmessungen in mit Feuchtigkeit gesättigtem Zustande ausführte. Denn, wenn ein Gas in Berührung mit Wasser sich mit Feuchtigkeit sättigt, so kann die Tension des Wasserdampfes bei einer gegebenen Temperatur, welche man den Thaupunkt nennt, eine bestimmte Grösse nicht übersteigen. Diese Tension des gesättigten Wasserdampfes ist unabhängig von dem Druck des Gases; sie beträgt bei 0° 4.5 mm bei 100° C 760 mm Quecksilberdruck und steigt mit der Temperatur nach einem Gesetz, das bisher noch nicht genau erforscht ist. Infolgedessen muss ihr Betrag bei

verschiedenen Temperaturen durch besondere Versuche festgestellt und bei kleineren Temperaturintervallen durch Interpolationen berechnet werden. Bisweilen wird es bei sehr exacten Analysen vorgezogen, alle Messungen an dem vollständig getrockneten Gase vorzunehmen. In diesen beiden Fällen (also wenn das Gas bei allen Messungen einer Analyse entweder getrocknet, oder wenn es bei allen Messungen mit Feuchtigkeit gesättigt ist), sind die einzelnen Messungen vollständig untereinander vergleichbar.

Trotzdem kann man sich die Feuchtigkeitsbestimmung in der ursprünglichen Gasprobe, welche im allgemeinen in einer besonderen Bestimmung ausgeführt wird, nicht ersparen, weil sonst die Resultate der Analyse sich nicht auf das ursprüngliche Gasgemenge, sondern auf das getrocknete Gas beziehen würden. Ein Beispiel möge dies näher erläutern:

Ich will annehmen, dass eine Luftanalyse, welche an dem getrockneten Gas vorgenommen würde, einen Sauerstoffgehalt von 20.925 Volumprocent ergeben hat. Wenn nun der Wasserdampfgehalt der Luft vor dem Trocknen 0.91 Volumprocent betragen hat, so ist der Sauerstoffgehalt der ursprünglichen Luftprobe nach der Gleichung:

$$x:(100-0.91) = 20.925:100,$$

$x = 20.735$ , d. i., um 0.19 Volumprocent geringer, als bei der Analyse der getrockneten Luft gefunden wurde.

Genau dasselbe gilt, wenn die Luft vor der Analyse mit Feuchtigkeit gesättigt worden wäre, denn es ist für die Resultate einer Analyse vollständig gleichgültig, ob das Gas bei allen Messungen trocken, oder ob es bei allen Messungen mit Feuchtigkeit gesättigt ist. In jedem Fall beziehen sich die gefundenen Resultate (so merkwürdig dies auch auf den ersten Blick erscheinen mag) auf das trocken gedachte Gas, und müssen nach der obigen Gleichung auf die ursprüngliche, nur theilweise von Wasserdämpfen erfüllte Gasprobe umgerechnet werden.



BESTIMMUNG DER REICHERT-MEISLSCHEN ZAHL  
IM BUTTERFETT.\*DR. WILHELM VAUBEL.<sup>1</sup>

Nach der bundesrathlichen Vorschrift vom 1. April 1897 verfährt man folgendermassen:

Genau 5 g Butterfett werden in einer Pipette in einem Kölbchen von 300 bis 350 ccm Inhalt abgewogen und das Kölbchen auf das kochende Wasserbad gestellt. Zu dem geschmolzenen Fette lässt man aus einer Pipette unter Vermeidung des Einblasens 10 ccm einer alkoholischen Kalilauge (20 g Kaliumhydroxyd in 100 ccm Alkohol von 70 Volumprocent gelöst) fliessen. Während man nun den Kolbeninhalt durch Schütteln öfter zertheilt, lässt man den Alkohol zum grössten Theile weggehen; es tritt bald Schaumbildung ein, die Verseifung geht zu Ende und die Seife wird zähflüssig; sodann bläst man so lange in Zwischenräumen von etwa je  $\frac{1}{2}$  Minute mit einem Handblasebalg unter gleichzeitiger schüttelnder Bewegung des Kolbens Luft ein, bis durch den Geruch kein Alkohol mehr wahrzunehmen ist. Der Kolben darf hierbei nur immer so lange und so weit vom Wasserbade entfernt werden, als es die Schüttelbewegung erfordert. Man verfährt am besten in der Weise, dass man mit der Rechten den Ballon des Blasebalges drückt, während die Linke den Kolben, in dessen Hals das mit einem gebogenen Glasrohre versehene Schlauchende des Ballons eingeführt ist, fasst und schüttelt. Auf diese Art ist in 15, längstens in 25 Minute die Verseifung und die vollständige Entfernung des Alkohols bewerkstelligt. Man lässt nun sofort 100 ccm Wasser zufließen und erwärmt den Kolbeninhalt noch mässig einige Zeit, während welcher der Kolben lose bedeckt auf dem Wasserbade stehen bleibt, bis die Seife vollkommen klar gelöst ist. Sollte hierbei ausnahmsweise keine völlig klare Lösung zu erreichen sein, so wäre der Versuch wegen ungenügender Verseifung zu verwerfen und ein neuer anzustellen.

\* *Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen*, Band II, Seite 115. Julius Springer, Berlin.

Zu der etwa 50° warmen Lösung fügt man sofort 40 ccm. verdünnte Schwefelsäure (1 Raumtheil concentrirter Schwefelsäure auf 10 Raumtheile Wasser) und einige erbsengrosse Bimsteinstückchen. Der auf ein doppeltes Drahtnetz gesetzte Kolben wird darauf sofort mittels eines schwanenhalsförmig gebogenen Glasrohrs (von 20 cm Höhe und 6 mm lichter Weite), welches an beiden Enden stark abgeschrägt ist, mit einem Kühler (Länge des vom Wasser umspülten Theiles<sup>1</sup> nicht unter 50 cm) verbunden, und sodann werden genau 110 ccm Flüssigkeit abdestilliert (Destillationsdauer nicht über  $\frac{1}{2}$  Stunde). Das Destillat mischt man durch Schütteln, filtriert durch ein trockenes Filter und misst 100 ccm ab. Diese werden nach Zusatz von 3 bis 4 Tropfen Indikatorlösung mit N/10 Alkalilauge titriert. Der Verbrauch wird durch Hinzuzählen des 10. Theiles auf die Gesamtmenge des Destillates berechnet. Bei jeder Versuchsreihe führt man einen blinden Versuch aus, indem man 10 ccm der alkoholischen Kalilauge mit soviel verdünnter Schwefelsäure versetzt, dass ungefähr eine gleiche Menge Kalilauge wie bei der Verseifung von 5 g Fett ungebunden bleibt, und sonst wie bei dem Hauptversuche verfährt. Die bei dem blinden Versuche verbrauchten ccm N/10 Alkalilauge werden von den bei dem Hauptversuche verbrauchten adgezogen. Die so erhaltene Zahl ist die Reichert-Meisslsche Zahl. Die alkoholische Kalilauge genügt den Anforderungen, wenn bei dem blinden Versuche nicht mehr als 0.4 N/10 ccm Alkalilauge zur Sättigung von 110 ccm Destillat verbraucht werden.

Die Verseifung des Butterfetts kann statt mit alkoholischem Kali auch nach folgendem Verfahren ausgeführt werden. Zu genau 5 g Butterfett giebt man in einem Kölbchen von etwa 300 ccm Inhalt 20 g Glycerin und 2 ccm Natronlauge (erhalten durch Auflösen von 100 Gewichtstheilen Natriumhydroxyd in 100 Gewichtstheilen Wasser, Absitzenlassen des Ungelösten und Abgiessen der klaren Flüssigkeit). Die Mischung wird unter beständigem Umschwenken über einer kleinen Flamme erhitzt; sie geräth alsbald in's Sieden, das mit starkem Schäumen verbunden ist. Wenn das Wasser verdampft ist (in der Regel nach

5 bis 8 Minuten), wird die Mischung vollkommen klar; dies ist das Zeichen, dass die Verseifung des Fettes vollendet ist. Man erhitzt noch kurze Zeit und spült die an den Wänden des Kolbens haftenden Theilchen durch wiederholtes Umschwenken des Kolbeninhalts herab. Dann lässt man die flüssige Seife auf etwa 80 bis 90° abkühlen und wägt 90 g Wasser von etwa 80 bis 90° hinzu. Meist entsteht sofort eine klare Seifenlösung; andernfalls bringt man die abgeschiedenen Seifentheile durch Erwärmen auf dem Wasserbade in Lösung. Man versetzt die Seifenlösung mit 50 ccm verdünnter Schwefelsäure (25 ccm konc. Schwefelsäure im Liter enthaltend) und verfährt weiter wie bei der Verseifung mit alkoholischem Kali.

## ANALYSE DURCH ELEKTROLYSE IN DER PRAXIS.\*

DR. H. NISSENSON.<sup>1</sup>

Bis zum Anfang der achtziger Jahre wurde die Elektrolyse in der analytischen Praxis nur sehr wenig angewandt; erst seit der Veröffentlichung der Methoden von Classen wurde es möglich, in den technischen Laboratorien die Analyse durch Elektrolyse praktisch auszuführen. Im Jahre 1883 führte ich die Elektrolyse im Centrallaboratorium der Aktiengesellschaft zu Stolberg und in Westfalen in Stolberg ein.

Der Zweck der analytischen Elektrolyse ist die quantitative Trennung und Bestimmung von Metallen. Man könnte einwenden, dass dieselbe auch nach den alten Methoden ohne Anwendung des elektrischen Stromes erreichbar ist und dass also eine Einrichtung für Elektroanalyse überflüssig wäre. Dass dieser Einwand unberechtigt ist, wird im folgenden durch Anführen der grossen Vorzüge der elektrochemischen Methoden dargetan.

Der eminente Wert der quantitativen Analyse durch Elektrolyse in der Praxis, besonders für grossindustrielle Betriebe, liegt darin, dass mit dieser Arbeitsweise obiges Ziel sich viel

\* Bericht des V. internationalen Kongresses für angewandte Chemie, Band IV, Seite 676.

sicherer, viel genauer und in bedeutend kürzerer Zeit erreichen lässt.

So z. B. lassen sich viele Metallbestimmungen, deren Ausführungen nach den alten Methoden sehr viel Zeit in Anspruch nehmen, z. B. die Bestimmungen des Sb, Pb, Cu, Co, Ni und Sn in Erzen und Legierungen mittels der Elektrolyse in wenigen Stunden und noch dazu präziser ausführen. Der Wert dieser Methode wird noch dadurch erhöht, dass der Chemiker während der Elektrolyse, deren Zeitdauer er nach einigen Versuchen genau kennt, ruhig andere Arbeiten verrichten, dass er bei genügend vollkommenen Einrichtungen eine grosse Anzahl von Elektrolysen gleichzeitig ausführen und bei gewissen Proben aus einem einzigen Elektrolyten gleichzeitig zwei Metalle abscheiden kann.

Als Stromquellen sind nur Akkumulatoren anzuwenden, weil sie innerhalb ihrer Kapazitätsgrenze den Vorzug grösster Konstanz und bei genügend grosser Elektrodenoberfläche fast beliebig grosse Leistung in Ampere besitzen, und sie dürfen daher in keiner guten Anlage für Elektrolyse fehlen. Zum Laden der Akkumulatoren dienen Dynamomaschinen, welche fast in jedem Werke vorhanden sind. Falls eine Lichtanlage<sup>1</sup> vorhanden ist, können die Akkumulatoren entweder unter Vorschaltung von Drahtwiderständen direkt von der Maschine aus geladen werden, was grosse Energieverluste und somit Unkosten nach sich zieht, oder in Bezug auf Stromverbrauch fast kostenlos in Hintereinanderschaltung in einen oder mehrere der eventuell vorhandenen Bogenlichtstromkreise von entsprechender Stromstärke, wobei dann, um eine Ueberladung der Batterie im Falle des Kurzschlusses einer oder mehrerer Bogenlampen zu verhüten, ausser den in jeder Starkstromanlage vorhandenen Sicherungen<sup>2</sup> die Einschaltung eines selbsttätigen Ausschalters erforderlich ist. Auch eignen sich zum Laden natürlich geeignete Transformatoren. Was die elektrolytische Anlage anbelangt, so bezahlt sich eine solche in sehr kurzer Zeit, da abgesehen von der raschen Erledigung der Analysen, auch eine Ersparnis an Arbeitskräften eintritt. Es kommen für elektrolytische Bestim-

mungen in Stolberg folgende Metalle in Betracht: Blei, Kupfer, Antimon, Zinn, Kobalt, Nickel, ausserdem kann man noch Silber, Kadmium und Zink elektrolytisch scheiden.

Blei. 0,5—1 g Substanz werden in 30 ccm Salpetersäure von 1,4 spez. Gew. durch Kochen gelöst. Die Lösung wird mit heissem Wasser versetzt und aufgekocht, in eine gewogene Platinschale von etwa 180 ccm Inhalt filtriert und etwa eine Stunde mit einem Strom von  $ND_{100}$  1,5 Amp. elektrolysiert. Das Blei scheidet sich als Superoxyd an der als Anode verwendeten Schale ab, wird bei 180°—190° getrocknet und gewogen. Der Niederschlag löst sich sehr leicht, wenn man in die Schale verdünnte Salpetersäure giesst und einen Kupfer- oder Zinkstab eintaucht und damit den Boden der Schale berührt. Mit etwa 6 Schalen kann man täglich bequem 48 Bleibestimmungen machen. Abgesehen davon, dass man eine Ersparnis an Zeit erreicht, sind auch die Kosten viel geringer, da man bei der Bestimmung des Bleies als Sulfat zum Glühen Porzellantiegel verwendet, welche sehr oft erneuert werden müssen.

Kupfer. Das Kupfererz oder die Legierung, in der kein As, Sb, Sn, Ni, Hg und Ag vorhanden ist, wird in 10 ccm  $HNO_3$  von 1,4 spez. Gew. gelöst und direkt der Elektrolyse unterworfen. Da in der Regel Blei neben Kupfer vorkommt, das Blei aber als Superoxyd an der Anode, das Kupfer hingegen als Metall an der Kathode abgeschieden wird, so ist es möglich, beide Metalle gleichzeitig zu bestimmen. Ist viel Blei vorhanden, so ist es zweckmässig, die Schale wegen ihrer grösseren Oberfläche als Anode zu benutzen. Stromdichte 1—1,5 Amp. Bei Anwesenheit von As oder Sb ist es besser, das Erz in konzentrierter Schwefelsäure zu lösen, das Filtrat aufzukochen und mit einer kochend heissen Lösung von unterschwefligsaurem Natron (für 0,1 g Cu etwa 1 g  $Na_2S_2O_3$ ) zu versetzen; der Niederschlag wird abfiltriert, gut ausgewaschen und nach dem Trocknen in einem Porzellantiegel in einer Muffel zuerst schwach, dann stark geglüht, wodurch sich Arsen und Antimon verflüchtigen. Der Rückstand von Kupferoxyd wird in 10 ccm Salpetersäure gelöst, und wie oben elektrolysiert.

**Antimon.** Zur Bestimmung des Sb in einer Legierung wendet man je nach dem Gehalt an Antimon 0.5—1 g Substanz an. Man löst bei Anwendung von 1 g Substanz in etwa 3 ccm  $\text{HNO}_3$  von spez. Gew. 1.4 12 ccm  $\text{H}_2\text{O}$  und 1—2 g Weinsäure in der Wärme. Zu der klaren Lösung setzt man etwa 3 ccm konzentrierte  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und dampft ab, bis die  $\text{HNO}_3$  vertrieben ist. Nach dem Erkalten wird mit  $\text{H}_2\text{O}$  aufgenommen und das Bleisulfat abfiltriert. Das Filtrat wird solange mit Natriumhydroxyd versetzt, bis die Lösung alkalisch reagiert, dann werden 50 ccm einer kaltgesättigten  $\text{Na}_2\text{S}$ -Lösung zugefügt, aufgeköcht, filtriert und heiss elektrolysiert. Stromdichte 1.5—1.7 Amp.

**Zinn.** Das Zinn kommt für Stolberg nur in Betracht in Form von Legierungen und zwar meist mit Antimon, was eine Trennung der beiden Metalle erforderlich macht. Die Legierung wird in  $\text{HNO}_3$  und Weinsäure, wie es bei den Antimonlegierungen angegeben wurde, gelöst, jedoch ist ein grösserer Zusatz von Weinsäure erforderlich, besonders wenn viel Zinn in der Legierung vorhanden ist. Sobald die Legierung gelöst ist, wird, bei Anwesenheit von Blei,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zugesetzt und verdampft, bis die Salpetersäure verjagt ist, der Rest mit etwas Wasser verdünnt, filtriert, mit  $\text{NaOH}$  neutralisiert, dann mit etwa 80 ccm einer kaltgesättigten Lösung von  $\text{Na}_2\text{S}$  versetzt, aufgeköcht und elektrolysiert. Falls kein Pb vorhanden ist, kann man gleich die salpetersaure Lösung mit  $\text{NaOH}$  neutralisieren und, wie oben angegeben, fortfahren. Bei der Elektrolyse scheidet sich nur das Sb aus. Die sämtliches Zinn enthaltende Lösung wird mit 25-30 g Ammoniumsulfat erhitzt. Aus der so entstandenen Ammoniumsulfostannatlösung scheidet sich das Zinn bei einer Stromdichte von  $\text{ND}_{100} = 1.5$  Amp. in 1—2 Stunden sehr schön ab. Wenn die Legierung viel Zinn und wenig Antimon enthält, so ist es zweckmässig, das abgeschiedene Antimon, welches etwas Zinn enthält, in  $\text{HNO}_3$  zu lösen, mit  $\text{NaOH}$  zu neutralisieren, mit Schwefelnatrium zu versetzen und nochmals zu elektrolysieren, wobei man das Antimon frei von Zinn erhält.—Bei Erzen und Aschen<sup>1</sup> gibt die trockene Probe sehr gute Resultate. Man wendet 5 g Substanz, 15 g einer Mischung von 1 Teil schwarzem

Fluss (1 Teil Weinstein und 3 Teile Salpeter in einem eisernen Löffel erhitzt), 1 Teil Borax, 4 Teile Soda und 1,5 g Holzkohle an. Man mengt gut durch, wendet als Decke Kochsalz an und schmilzt in einem Tontiegel im Windofen ein. In dem Regulus, welcher ausser Sn auch Pb, Cu und Sb enthalten kann, wird das Sn, wie vorhin angegeben, bestimmt. Auch kann man das Sn statt aus Schwefelammoniumlösung aus saurem oxalsaurem Ammon scheiden. Man versetzt das Filtrat vom Antimon mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kocht und setzt  $\text{H}_2\text{O}_2$  zu, die ausgeschiedene Zinnsäure löst man in saurem oxalsaurem Ammon. Aus dieser Lösung scheidet sich das Sn bei einer Stromdichte von  $\text{ND}_{100} = 1,5$  Amp. sehr gut ab. . . .

## DIE BEGRÜNDUNG DES AUSSCHLUSSES CHEMISCHER STOFFE VON DER PATENTIERUNG.\*

JULIUS EPHRAIM.<sup>1</sup>

Das System des deutschen Patentgesetzes, die auf chemischem Wege hergestellten Stoffe von der Patentierung auszuschliessen, dagegen das Herstellungsverfahren als patentfähig anzusehen, beruht auf theoretischen und praktischen Gründen: a) Die Theorie des Ausschlusses chemischer Erfindungen besteht im wesentlichen darin, dass jede chemische Substanz durch die Gesetze der chemischen Affinität vorgesehen ist, also auch ohne Beteiligung des Menschen sich bilden kann (Witt, „Chemische Industrie“ 12). Die chemischen Verbindungen kommen entweder in der Natur vor und sind deshalb nicht patentierbar, oder sie könnten in der Natur vorhanden sein, so dass sie nur zu entdecken, nicht aber zu erfinden sein würden. Selbst wenn aber das Nichtvorhandensein der chemischen Verbindung in der Natur nachgewiesen werden sollte, so handelt es sich weniger darum, die Verbindung zu schaffen, als die Hindernisse der Verbindung zu entfernen, da die chemischen Verbindungen auf einer naturgemässen Disposition

\* *Deutsches Patentrecht für Chemiker*, Seite 109. Wilhelm Knapp, Halle a/S.

der Grundstoffe beruhen (Kohler, „Handbuch,“ S. 85). Die von Kohler (l. c. S. 88)) für die Patentierbarkeit mechanischer Mischungen gegebene Begründung, dass das Vorkommen mechanischer Mischungen in der Natur überhaupt ausgeschlossen oder wegen der Seltenheit ausser Betracht bleiben muss, ist jedoch nicht völlig zutreffend. Die in der Natur verbreiteten ätherischen Öle stellen mechanische Mischungen dar. Der von Isay angeführte Grund, dass das Neue in den inneren Eigenschaften nicht in räumlich erkennbaren Verhältnissen liegt, dürfte keine Bedeutung haben. Die Abgrenzung des Stoffes durch Angabe seiner Kennzeichen ist gerade bei chemischen Stoffen zu ermöglichen. Dies würde genügen um den Begriff des Neuen zu schaffen.

b) Für den Ausschluss chemischer Erfindungen von der Patentierung sind namentlich praktische Gesichtspunkte massgebend. Der Schutz des chemischen Stoffes würde verhindern, dass ein neues Herstellungsverfahren des Stoffes ausgeübt werden kann. Infolgedessen würde der spätere Erfinder eines praktischen Gewinnungsverfahrens dasselbe nicht benutzen können, während der Besitzer des Stoffpatentes, der vielleicht nur ein unpraktisches Verfahren besitzt, von der Ausübung des neuen Verfahrens ausgeschlossen sein würde. Das erste Verfahren zur Herstellung des p-phenetolcarbamid (Dulcin) aus p-phenetidin und cyansaurem Kali war sehr kostspielig und wegen der Giftigkeit des cyansauren Kalis gefährlich. Erst ein späteres Verfahren (D. R. P. Nr. 63485) konnte technisch angewendet werden. Beim Vorliegen eines Stoffpatentes<sup>1</sup> auf das Dulcin wäre aber der zweite Erfinder ausser Lage gewesen, sein Verfahren anzuwenden. Durch das Stoffpatent würde infolgedessen die Entwicklung der chemischen Industrie erheblich beeinträchtigt werden, wie auch die deutsche chemische Gesellschaft bei ihren in dem Gesetz berücksichtigten Vorschlägen („Ber. d. deutsch. chem. Gesell.“ 1877, S. 508) richtig voraussah. Die aus dem Mangel des Stoffschutzes zu befürchtenden Unzuträglichkeiten sind durch die Bestimmung, dass das Verfahren auch den unmittelbar nach demselben gewonnenen Stoff mitschützt und dass



die neuen Stoffe eine Ausnahmestellung einnehmen, beseitigt worden. Weitere Vorteile des deutschen Systemes bestehen darin, dass eine besondere Regelung des Lizenzzwanges<sup>1</sup> für chemische Erfindungen überflüssig wird. Bei Einführung des absoluten Stoffschutzes dürfte eine besondere Bestimmung über den Lizenzzwang für chemische Erfindungen kaum zu entbehren sein.

## FLAMMENREAKTIONEN.\*

ROBERT BUNSEN.

Die Flüchtigkeit prüft man dadurch daß man gleich schwere Perlen der Probe am Platindraht im Schmelzraum der Flamme verdampfen läßt und dabei die Zeit die zu ihrer Verflüchtigung nöthig ist, am einfachsten mittelst eines Metronomen, mißt. Der Zeitpunkt, wo die Substanz vollständig in Dampf verwandelt ist, läßt sich sehr genau, oft bis auf Bruchtheile einer Secunde an dem plötzlichen Verschwinden der Flammenfärbung erkennen. Der zur Aufnahme der Perle dienende Platindraht wird in einem Proberohr vor der Luftfeuchtigkeit beim Wägen geschützt. Ist derselbe mit dem ihn umschließenden Proberohr ein für allemal auf der Wage tarirt und das Gewicht der zu verflüchtigenden Perle der Tara hinzugefügt, so läßt sich die Abwägung sehr rasch ausführen, indem man die Perle durch Verflüchtigen oder Aus-schmelzen von substanzen nach Bedarf leichter oder schwerer macht. Die Versuche werden am zweckmäßigsten mit ein Centigramm schweren Proben angestellt. Den Ort im Schmelzraum der Flamme, wo eine möglichst hohe, für die Dauer der vergleichenden Versuche völlig constante Temperatur herrscht, bestimmt man dadurch, daß man einen feinen, von einem Halterarm getragenen, rechtwinkelig an seine Spitze nach unten umgebogenen Platindraht langsam durch den Schmelzraum hin und her führt. Die zu verdampfenden Perlen werden jedesmal in gleicher Entfernung unter der Spitze dieses Drahtes auf das sorgfältigste eingestellt. Dabei hat man darauf zu achten, daß

<sup>1</sup> *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Band 138, Seite 257 (1866).

sich während der Versuche die Dimensionen der Lampenflamme durch Störungen des Gasdrucks nicht erheblich ändern. Zur Masseneinheit für die Flüchtigkeit nimmt man am bequemsten die Verdampfungszeit von 1 Centigramm Kochsalz. Nennt man diese Verdampfungszeit  $t_0$  und die Verdampfungszeit einer anderen Substanz von gleichem Gewicht  $t_1$ , so ist die Flüchtigkeit  $f$  dieser Substanz verglichen mit der des Kochsalzes

$$f = \frac{t_0}{t_1}.$$

Ich gebe als Beispiel die folgenden von Dr. Hartzig ausgeführten Versuche, denen ich noch die Flüchtigkeitsbestimmung des Chlorrubidiums und Chlorcäsiums hinzugefügt habe.

	Verdampfungszeit	Flüchtigkeit
NaCl .....	84.25	1.000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	1267.0	0.066
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	736.5	0.114
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	665.2	0.127
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	632.0	0.133
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	272.0	0.310
LiCl .....	114.0	0.739
KCl .....	65.4	1.288
NaBr .....	48.8	1.727
KBr .....	41.0	2.055
RbCl .....	38.6	2.183
NaI .....	35.7	2.860
CsCl .....	31.3	2.717
KI .....	29.8	2.828

Ich darf nicht unerwähnt lassen, daß sich das Verhältniß dieser Zahlen nicht unerheblich ändert, wenn die Verflüchtigungstemperaturen und die Gewichtsmenge der verflüchtigten Substanzen andere werden. Um so auffallender ist es, daß sich zwischen der Flüchtigkeit und dem Atomgewicht der leichter verdampfenden analog constituirten Substanzen der aufgeführten Reihe eine angenäherte Relation ergibt, die man wohl kaum auf Rechnung eines Zufalls wird setzen können.<sup>1</sup> Die folgenden Zahlen zeigen nämlich, daß bei den ohne Rückstand verdampfenden Haloidverbindungen die Flüchtigkeit im umgekehrten Verhältniß<sup>2</sup> mit dem Atomgewicht wächst. Bezeichnet

man mit A das Atomgewicht, mit F die Flüchtigkeit, so ergibt sich<sup>1</sup> in der That nahezu

$$\frac{F}{A} = \text{Const.}$$

	A	F	$\frac{F}{A}$
NaCl .....	58.43	1.000	0.0171
LiCl .....	42.49	0.739	0.0174
KCl .....	74.57	1.288	0.0173
NaBr .....	102.97	1.727	0.0168
KBr .....	119.11	2.055	0.0173
RbCl .....	120.82	2.183	0.0181
NaI .....	150.07	2.360	0.0157
CsCl .....	166.46	2.717	0.0161
KBr .....	116.21	2.828	0.0170

## DIE ANWENDUNG EINES KÖRPERS ALS INDIKATOR.\*

DR. FRITZ GLASER.

Die Brauchbarkeit eines Indikators beruht wesentlich auf der Schärfe seines Umschlags. Das erste Erforderniss ist daher, dass die Farbtöne, welche die saure oder alkalische Reaktion anzeigen, möglichst verschieden sind. Wo diese Farbennuancen, wie dies bei einzelnen Indikatoren der Fall ist, nicht sehr divergieren, muss dafür gesorgt werden dass die verschiedenen Farbtöne sich gegenseitig nicht stören.

Als Beispiel hierfür dient Methylorange, einer der am häufigsten angewandten Indikatoren. Mit Alkalien wird er gelb, mit Säuren rot, in neutraler Lösung ist er orangefarben. Wendet man für die zu titrierende Flüssigkeit zu viel von dem Indikator an, so ist ein scharfer Übergang aus gelb in rot nicht zu beobachten, weil die orangerote Neutralfarbe stört. Man benutzt daher, um diese Zwischenfarbe zu unterdrücken, möglichst wenig von dem Indikator.

Die Erkennung des Farbumschlags wird erleichtert, wenn man Vergleichsfärbungen heranzieht. Man färbt ein der zu

\*Die Indikatoren der Acidimetrie und Alkalimetrie, Seite 1. C. Kreidel, Wiesbaden.

titrierenden Flüssigkeit gleiches Quantum Wasser mit dem Indikator eben so stark als diese und titriert dann bis zu dem Punkt, bei welchem zwischen dem Farbenton beider Flüssigkeiten eine Differenz zu bemerken ist. Oder man versetzt das gleiche Quantum Wasser mit der gleichen Menge des Indikators und fügt so viel Normalsäure bezw. Lauge hinzu, bis ein scharfer Umschlag erfolgt ist. Die für diesen blinden Versuch verbrauchte Menge an Säure oder Lauge ist als Korrektur nachher in Abzug zu bringen. Dieser Fall kommt besonders dann in Anwendung, wenn man eine grosse Menge Flüssigkeit zu titrieren hat. Bei anderen Indikatoren hat man durch Zusatz gewisser indifferenten Farbstoffe störende Nuancen zu beseitigen gesucht. Dies bei Lakmoid, welches in alkalisch reagierenden Flüssigkeiten häufig einen Stich ins Violette zeigt, der die reine blaue Farbe schwächt. Durch Zusatz von Malachitgrün oder Alpha-naphtholgrün wird dieser violette Ton aufgehoben.

Im übrigen benutzt man zur deutlichen Erkennung der Farben weisse oder gefärbte Unterlagen, Papier oder Porzellanplatten. Auch die Wahl der Gefässe, in welchen man titirt, ist nicht unwesentlich; am besten sind solche, welche eine möglichst dicke Flüssigkeitsschicht durchblicken lassen. Sehr vortheilhaft sind kleine, 200 bis 300 ccm fassende Kolben mit ganz kurzem und weitem Hals. Die Flüssigkeit lässt sich in diesen Kolben während des Titrationsprozesses fortwährend in lebhafter Bewegung halten, ohne dass man ein Verspritzen befürchten muss. Die Art und Weise, wie man sich gegen das Licht stellt, ob man im durchfallenden oder reflektierten Licht beobachtet, ist gleichfalls häufig von Wichtigkeit, besonders wenn der Farbenumschlag nicht plötzlich, sondern allmählig stattfindet. Zu Anfang der Titration giebt man meist die Säure oder die Lauge schneller zu; erst, wenn man sich dem Ende des Titrationsprozesses nähert, ist man mit der Zugabe der Säure oder Lauge vorsichtiger. Ist der Farbenumschlag momentan, so ist man in der Regel über den Neutralisationspunkt nicht im Zweifel. Etwas schwieriger wird oft die Erkennung des Neutralisationspunkts, wenn der Übergang allmählig stattfindet. Man beobachtet dann jeweils die Stelle, an

welcher der letzte Tropfen Säure oder Alkali eingefallen ist. Zeigt dieser Einfallspunkt noch eine Differenz mit der umgebenden<sup>1</sup> Flüssigkeit, so ist der Neutralpunkt noch nicht erreicht. Oder man lässt, falls man über den Neutralisationspunkt im Zweifel ist, einen Tropfen der Titriersäure oder -Lauge ganz vorsichtig zufließen ohne die Flüssigkeit zu erschüttern. Man beobachtet noch einmal, ehe der Tropfen vertheilt ist, die Nuance der Färbung und schüttelt dann plötzlich kräftig um. Es lassen sich dann ganz geringe Farbenunterschiede vor und nach dem Umschütteln erkennen.

Bei künstlicher Beleuchtung büssen einzelne Indikatoren an Empfindlichkeit ganz wesentlich ein; andere dagegen, wie Methylorange, Cochenille, Congorot, Gallein, Alizarin, Curcumin, Phenolphthalein lassen bei Abendbeleuchtung einen Farbumschlag recht wohl erkennen. Im allgemeinen ist aber auch der Gebrauch dieser Indikatoren bei künstlicher Beleuchtung nicht zu empfehlen. Einerseits weichen die Farbenunterschiede doch von denjenigen ab, welche man bei Tageslicht zu beobachten gewohnt ist; andererseits bietet die moderne Beleuchtungstechnik so viele Variationen in der Färbung des Lichtes und der Helligkeit, dass sich hier keine bestimmten Vorschriften geben lassen, zumal der Farbensinn gerade bei künstlicher Beleuchtung ganz individuell ist und stark variiert.

Bei genauen Titrationen sind leicht angreifbare Gläser zu vermeiden, dies speziell, wenn der Titrationsprozess in der Wärme vorgenommen werden soll. Hier ist besonders das von der Firma Schott und Genossen in Jena gelieferte Glas zu empfehlen, welches von Alkali kaum merklich angegriffen wird. Im allgemeinen ist die Konzentration der Indikatoren, wie sie in dem speziellen Abschnitt angegeben ist, so gewählt, dass bei Titrierun-

gen mit  $\frac{1}{10}$  Normal-Schwefelsäure oder Salzsäure, bezw.  $\frac{1}{10}$

Normal-Natron- oder Kalilauge 3 bis 5 Tropfen von der Indikatorlösung auf 50 ccm destilliertes Wasser für einen scharf ausgesprochenen Farbumschlag genügen. Überhaupt sind die Übergänge sämtlicher Indikatoren bei der Titrierung mit solch

starken Agentien, wie es Natron- oder Kalilauge und Schwefelsäure oder Salzsäure sind, wenn die Verdünnung nicht zu weit geht, meist von idealer Schärfe. Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Lauge, bezw. die Säure nicht so stark ist. Wir müssen ja berücksichtigen, dass die Indikatoren selbst an der Reaktion theilnehmen, insofern als sie dabei Salze bilden oder in ihren Basen- bezw. Säurebestandtheil zerlegt werden. Darauf beruht eben der Farbenwechsel.

Ein Haupterfordernis für die Brauchbarkeit eines Indikators im Einzelfalle<sup>1</sup> ist die Gegenwart eines Körpers, welcher die Bildung resp. die Zerlegung des Indikatorsalzes bewirken kann. Die Indikatoren sind aber selbst Basen, Säuren oder Salze von verschiedener Stärke und Bindung, wie dies schon die Thatsache beweist, dass man durchaus nicht alle gleichmässig anwenden kann.

## KRISTALLOGRAPHISCHE ÄQUIVALENZ. ISOMORPHISMUS.\*

DR. E. RIMBACH.<sup>2</sup>

Im Jahre 1819 machte Eilhard Mitscherlich<sup>3</sup> die sehr wichtige Entdeckung des Isomorphismus; auch diese Erscheinung wurde von Berzelius und anderen Forschern zur Bestimmung der Äquivalenz benutzt. Mitscherlich fand nämlich, dass gewisse Elemente andere in ihren Verbindungen ersetzen und vertreten können, ohne daß dadurch die Kristallform der Verbindung eine wesentliche Änderung erlitte. Man nennt diese Verbindungen, sowohl wie die in ihnen sich gegenseitig vertretenden Elemente, gleichgestaltig oder isomorph, und zwar auch dann, wenn die Elemente im isolierten Zustande nicht gleiche Kristallform zeigen. Die Vertretung geschieht stets nach stöchiometrischen Quantitäten, sodaß jede Menge eines Elementes eine ganz bestimmte Menge eines anderen als kristallographisch äquivalent oder

---

\* *Grundzüge der theoretischen Chemie, von Lothar Meyer.* Vierte Auflage. Neubearbeitet von Dr. E. Rimbach. Seite 12. Breitkopf und Härtel, Leipzig.

gleichwertig vertritt oder ersetzt, während die übrigen Bestandteile der Verbindung ganz ungeändert bleiben. Solche isomorphe Verbindungen haben gleichzeitig die Fähigkeit, in der Weise zusammen zu kristallisieren, daß sie in beliebigem Verhältnis miteinander gemischt einheitliche Kristalle bilden. Bekannte Gruppen solcher isomorphen Verbindungen sind z. B., die Alaune, die Vitriole und deren Doppelsalze, ferner phosphorsaure und arsensaure Salze und mancherlei andere mehr.

Bis jetzt ist allerdings kein Element gefunden, das mit Wasserstoff oder Sauerstoff isomorph wäre, sodaß eine unmittelbare Beziehung der kristallographischen Äquivalente auf diese, sonst als Maß der übrigen benutzten Elemente, nicht ausführbar ist. Man geht daher aus von einem Elemente, dessen Äquivalentgewicht auf einem der angegebenen Wege bereits bestimmt ist. Vergleicht man seine Verbindungen mit den ihnen isomorphen Verbindungen anderer Elemente, so lassen sich hierdurch die kristallographisch äquivalenten Mengen der in den verschiedenen Vergleichsobjekten einander vertretenden Elemente ermitteln. Finden sich unter letzteren wieder solche, die noch mit anderen, Isomorphismus zeigen, so kann man schrittweise weiter gehen und zu den Äquivalenten einer großen Zahl von Elementen gelangen.

Das Kalium z. B. ist isomorph mit Rubidium, Cäsium und mit Thallium, und zwar wird das in § 9 angegebene Äquivalentgewicht von 39 Gew.-T. Kalium isomorph vertreten durch 85 T. Rubidium, 133 T. Cäsium und in manchen Verbindungen auch durch 204 T. Thallium, welche letztere Quantität wieder mit 115 T. Indium isomorph ist.

Ob auch das Natrium mit dem Kalium im strengen Sinne isomorph sei, ist nicht ganz zweifellos, da zwar manche einander analoge Verbindungen beider Elemente gleiche Kristallgestalt besitzen, in der Regel aber nicht miteinander kristallisieren. Dürfen indes die beobachteten Fälle gleicher Kristallform als Isomorphismus gedeutet werden, so sind jenen 39 T. Kalium 23 T. Natrium äquivalent und diesen wieder 7 T. Lithium und 108 T. Silber.

Das Äquivalent des Silbers wird aber seinerseits isomorph vertreten durch 63 T. Kupfer, welches letzteres Element der großen Gruppe der Vitriolmetalle angehört und isomorph ersetzbar ist durch

58.5 T. Nickel,	55 T. Mangan,
59 T. Kobalt,	65 T. Zink,
56 T. Eisen,	24 T. Magnesium.

Von diesen Elementen sind einerseits die vier letzten, wenn nicht alle, isomorph mit

40 T. Calcium

und andererseits das Eisen mit

27 T. Aluminium und 52 T. Chrom,

das Calcium aber wieder mit

87 T. Strontium,	137 T. Baryum.
206 T. Blei,	

In einigen Verbindungen ist das Zink durch 112 T. Kadmium ersetzbar. Von diesen metallischen Elementen gestatten Chrom und Mangan den Übergang zu den Halbmetallen und Nichtmetallen, indem ihre an Sauerstoff reichsten Verbindungen mit den Sauerstoffsalzen jener gleiche Kristallform besitzen, und zwar die Chromate und Manganate oder chromsauren und mangansauren Salze mit den Sulfaten, Seleniaten und Telluraten oder den Salzen der Schwefel-, Selen-, und Tellursäure, sowie mit denen der Molybdän- und der Wolframsäure, und die Permanganate oder übermangansauren Salze mit den Perchloraten oder überchlorsauren Salzen. Aus diesen Isomorphien<sup>1</sup> ergeben sich weiter folgende kristallographische Äquivalentgewichte.

32 T. Schwefel,	96 T. Molybdän,
79 T. Selen,	184 T. Wolfram,
127 T. Tellur,	35.4 T. Chlor.

Mit dem Chlor sind isomorph

80 T. Brom,	126 T. Iod,
-------------	-------------

und wahrscheinlich auch 19 T. Fluor.

Ausser diesen so aufeinander bezogenen gibt es noch einige größere Gruppen von unter einander isomorphen Elementen, die aber mit den vorigen schwer in Beziehung zu bringen sind.



Mit dem Phosphor sind in den Sauerstoffsalzen einerseits Vanadin und andererseits Arsen isomorph; mit dem Arsen wieder in den Oxyden das Antimon und mit diesem in einigen Verbindungen das Wismut.

Im isolierten Zustande sind Arsen, Antimon und Wismut auch mit dem Tellur isomorph. Wir können aber selbstverständlich das kristallographische Äquivalent nur aus dem Isomorphismus der Verbindungen ableiten, nicht aber aus dem der Elemente, weil uns hier die ungeändert bleibenden Bestandteile fehlen, mit welchen die einander vertretenden Quantitäten der Elemente die isomorphen Verbindungen bilden.

Wenn aber die in gewissen Mineralien angenommene isomorphe Vertretung des Tellurs und des Schwefels durch Arsen und Antimon wirklich statthat, so ergeben sich noch folgende Kristalläquivalente:

31 T. Phosphor,	51 T. Vanadin,
75 T. Arsen,	120 T. Antimon.
208 T. Wismut,	

Eine andere isomorphe Gruppe bilden Silicium, Titan, Zirkonium, Thorium und Zinn, durch letzteres in Beziehung stehend zu der Gruppe der Platinmetalle, Platin, Iridium, Osmium, Palladium, Rhodium, Ruthenium, welche wieder unter sich isomorph sind. Durch den etwas zweifelhaften Isomorphismus des Titans mit dem Eisen lassen auch sie sich mit den anderen Gruppen in Bezug bringen und geben nachstehende Äquivalente:

28 T. Silicium,	90 T. Zirkonium,
48 T. Titan,	232 T. Thorium,
	119 T. Zinn,
195 T. Platin,	106 T. Palladium,
193 T. Iridium,	193 T. Rhodium,
191 T. Osmium,	101 T. Ruthenium.

Die so gefundenen kristallographischen Äquivalentengewichte sind zwar zum Teil etwas unsicher bestimmt, weil einige der zu ihrer Herleitung benutzten Beziehungen zweifelhaft sind. Sie haben aber den großen Vorzug, daß man für jedes Element nur ein einziges Äquivalentgewicht erhält und nicht mehrere, wie nach den vorher besprochenen Vergleichen.

Es hat daher alsbald nach der Entdeckung des Isomorphismus Berzelius die kristallographischen Äquivalentgewichte geradezu als die Atomgewichte angesehen, jedoch mit Ausnahme einiger weniger Fälle, in denen er die Atomgewichte nach der elektrolytischen Äquivalenz bestimmte (namentlich K, Na, Li, Ag).

Indessen ist eine Reihe von Fällen aufgefunden worden, in welchen die Annahme einer Vertretung Atom für Atom ausgeschlossen erscheint. So wird z. B. in ungezählten Verbindungen das Äquivalent des Kaliums (39 T.) so vollkommen isomorph vertreten durch 14 T. Stickstoff und 4 T. Wasserstoff, daß man an den Verbindungen kaum die geringste Verschiedenheit wahrzunehmen imstande ist. Demgemäß wird schon seit Mitscherlichs ersten Entdeckungen angenommen, daß ein Atom Kalium isomorph vertreten werde durch eine aus einem Stickstoffatome ( $N=14$ ) und vier Wasserstoffatomen ( $4H=4$ ) bestehende Gruppe, das zusammengesetzte Radikal Ammonium ( $NH_4=18$ ). Wenn dies aber in einem Falle möglich ist, so kann es vielleicht öfter vorkommen, daß mehrere Atome ein einzelnes vertreten. Muß man aber dies zugeben, so wird die ganze Grundlage der Betrachtung zweifelhaft.

Außerdem hat die Bestimmung der Atomgewichte aus dem Isomorphismus noch die schwache Seite, daß sie manche Elemente auslassen muß. Dies hat zur Folge daß die Atomgewichte nur mittels ganz willkürlicher Annahmen auf die Einheit bezogen werden können. In der Tat sind wir oben willkürlich davon ausgegangen, das Äquivalentgewicht des Kaliums sei 39 gegenüber dem Wasserstoffe. Hätten wir es halb, oder wie es Berzelius tat, doppelt so groß angenommen, so würden wir auch für alle anderen Elemente halb oder doppelt so große Zahlen erhalten haben, ohne daß man deren Unrichtigkeit erweisen könnte.

Man ersieht jedoch, daß diese letztere Unsicherheit des Bestimmungsverfahrens sich nur auf die Größenordnung der Atomgewichte erstreckt, an den aus der Isomorphie sich ergebenden verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen, also am System, hingegen nichts ändert. In der Tat

hat dann auch der Isomorphismus, wenigstens in früherer Zeit, gerade für die systematische Einordnung der Elemente die allgrößte Bedeutung gehabt, und bis jetzt noch gründet sich bei einzelnen Elementen, wie Baryum, Strontium, Rubidium, Cäsium, ihre Stellung im System, bezw. die Größe ihrer Atomgewichte lediglich auf die Isomorphieverhältnisse ihrer Verbindungen.

## DIE NATUR DER IONEN.\*

DR. E. RIMBACH.

Trotz der großen Vorteile, welche die Theorie der elektrolytischen Dissoziation für eine einheitliche Deutung der verschiedensten Erscheinungen bot, fand dieselbe anfänglich mancherlei Widerspruch. Freilich erscheint es auf den ersten Blick sehr auffällig, da diese Theorie die aus den stärksten Säuren und Basen entstandenen Salze, wie NaCl, KCl, u. s. f., durch den einfachen Lösungsakt fast völlig in isolierte, für sich bestehende Teilmolekeln zerfallen läßt, denn wegen der Heftigkeit, mit der die Komponenten dieser Verbindungen bei ihrer Vereinigung aufeinander einwirken, war man stets gewohnt, denselben eine ganz besonders große gegenseitige Affinität zuzuschreiben. Aber bei näherer Betrachtung ergibt sich, daß gerade derartige Stoffe in Lösungen leicht der verschiedensten Umsetzungen fähig sind, ihre Bestandteile unter diesen Umständen also doch nicht so gar fest und unlösbar miteinander verbunden sein können. Man hat auch eingewendet, daß beispielsweise, im Falle des Chlornatriums eine Kochsalzlösung doch nicht gleichzeitig das wasserzersetzende Natrium und das giftige gelbgrüne Chlorgas enthalten könne. Ein solcher Einwand beruht jedoch auf Missverständnis und einer Verkennung der besonderen *Natur des Ionenzustandes*. Metallisches Natrium und freies Chlor sind freie Elemente in Gestalt elektrisch neutraler Molekeln, das Natriumion und das Chlorion sind besondere Teilmolekeln, den Atomen äußerlich analog, jedoch von letzteren scharf unterschieden durch die ihnen

---

\* *Grundzüge der theoretischen Chemie*, von Lothar Meyer. Vierte Auflage. Neubearbeitet. Seite 266. Breitkopf und Härtel, Leipzig.

anhaftenden positiven oder negativen elektrischen Ladungen. Daß mit einer Änderung des Energieinhaltes aber die Eigenschaften wechseln, ist eine bekannte Tatsache. Das Verhältnis der Ionen zu den elektrisch neutralen Molekeln oder Atomen hat man daher passend als eine Isomerie aufgefaßt, analog wie auch gelber und roter Phosphor lediglich der Verschiedenheit ihrer Energiegehalte ihre ganz verschiedenen Eigenschaften verdanken.

Die Ionenisomerie zeigt nur darin eine Besonderheit, daß ihr Auftreten einer gewissen, wohl zu beachtenden Einschränkung unterworfen ist. Entstehen bei einem Vorgange durch Energieaufnahme eine bestimmte Art von Ionen, so müssen sich gleichzeitig eine *äquivalente Anzahl entgegengesetzt geladener Ionen* bilden, denn eine Entstehung freier Elektrizität bei der Ionenbildung wurde nie beobachtet und ist auch in irgend nennenswerter Weise kaum zu erwarten.

Sonst hängt die Fähigkeit, Ionen zu bilden, und auch die Art der gebildeten Ionen in erster Linie von der *Natur der Stoffe* ab, wenn man vom Einfluß, äußerer Umstände, bezw. der Temperatur absieht. Kationen werden fast ausschließlich durch Metalle gebildet und sind meist einfach. Anionen entstehen, außer aus Halogenen und den Elementen der Schwefelgruppe, zumeist aus Komplexen von Elementaratomen ( $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ).

Die Wertigkeit der Anionen und Kationen deckt sich im allgemeinen mit dem, was wir den chemischen Wert oder die Valenz des betreffenden Elementaratomes oder Radikals zu nennen pflegen; so bildet  $\text{CaCl}_2$  das zweiwertige Kation Ca und zwei einwertige Anionen Cl, das Ammoniumsulfat liefert neben zwei einwertigen, in diesem Falle zusammengesetzten Kationen  $\text{NH}_4$ , das zweiwertige Anion  $\text{SO}_4$ . Daß ein und dasselbe Metallatom mehrere Wertigkeiten annehmen kann, ist bekannt; es entsprechen diesem Verhalten im Ionenzustande verschiedene elektrische Ladungen. Derartig höher geladene Ionen zeigen aber oft Neigung, in solche geringerer Ladung überzugehen. Nennt man, wie dies wohl geschieht, die jedem einzelnen Stoffe zukommende Neigung, den Ionenzustand anzunehmen, seine „Ionisie-

„Entladungstendenz“, so wäre die letztgenannte Erscheinung analog als eine den höher geladenen Ionen innewohnende, mit der Höhe der Ladung zunehmende „Entladungstendenz“ zu bezeichnen.

Eine besondere Gruppe von Ionen bilden die sogenannten „komplexen“ Ionen. Besonders häufig entstehen dieselben aus Kationen, indem das elementare Metallion mit anderen Ionen in Verbindung tritt und damit ein neues zusammengesetztes Ion bildet. So vereinigt sich beispielsweise Silberion Ag mit dem Anion CN des Kaliumcyanids zu dem komplexen Ion  $\text{Ag}(\text{CN})_2$ ; das Silberion hat dadurch nicht nur seine elementare Natur eingebüßt, sondern ist auch in der neuen Verbindung jetzt im Anionenzustande. Naturgemäß ändert sich dadurch auch sein ganzes Verhalten bei chemischen Umsetzungen. Des letzterwähnten Umstandes halber spielen derartige häufig vorkommende komplexe Ionen eine große Rolle in der analytischen Chemie.

Der Grad, in welchem elektrisch neutrale Molekeln in Ionen zerfallen, ist wie wir früher schon sahen, ein sehr verschiedener. Während die aus einwertigen Kationen und Anionen gebildeten Neutralsalze schon in wenig verdünnter Lösung fast völlig gespalten sind, zeigen sich die aus zwei- oder mehrwertigen Komponenten aufgebauten viel weniger dissoziiert, manche, wie die Halogenverbindungen des Quecksilbers und Kadmiums, fast gar nicht. Große Unterschiede im Dissoziationsgrade fanden wir bei einwertigen freien Säuren und Basen; das gleiche gilt von den mehrwertigen; zudem verläuft die Dissoziation der letzteren, soviel bekannt, mehr oder weniger stufenweise, so daß z. B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nicht sofort in  $\text{H}^+$  und  $\text{SO}_4^{2-}$ , sondern zuerst in  $\text{H}^+$  und  $\text{HSO}_4^-$  zerfällt, und erst später, bei fortschreitender Verdünnung,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dann die Endprodukte  $\text{H}^+$  und  $\text{SO}_4^{2-}$  liefert.

## DIE STELLUNG DES NAHRUNGSMITTELCHEMIKERS DEM GERICHTE, DER POLIZEI UND DEM PUBLIKUM GEGENÜBER.\*

DR. FRITZ ELSNER.

Die Stellung eines Gerichts-Chemikers ist von der eines

---

\* *Die Praxis des Chemikers*, Fünfte Auflage, Seite 5. Leopold Voss, Leipzig.

Nahrungsmittel-, bzw. Polizei-Chemikers völlig verschieden. Das Gericht überträgt seine Aufträge, meist krimineller Natur, dem Chemiker von Fall zu Fall; die Polizei engagiert ihren Chemiker fest und läßt denselben nach Bedürfnis Reihen von Nahrungsmittel- und hygienischen Untersuchungen ausführen.

Das Gutachten des Gerichts-Chemikers unterliegt der persönlichen Würdigung des Richters; die Polizei ist an das Gutachten ihres Chemikers gebunden. Die Polizei erhebt die Anklage, aber das Gericht fällt die Entscheidung. Das Gericht kann das Gutachten des polizeilichen Nahrungsmittel-Chemikers verwerfen und kann ein neues Gutachten von seinem Chemiker ausarbeiten lassen. Auf den Einspruch eines Angeklagten hin muß sogar ein von diesem vorgeschlagener Sachverständiger gehört werden, dessen eventueller Widerspruch erst durch Superarbitrium eines gemeinsam vereinbarten dritten Experten oder der höchsten wissenschaftlichen Landesbehörde erledigt werden kann.

Vor Gericht fungiert der Nahrungsmittel-Chemiker nicht immer als Sachverständiger,<sup>1</sup> er wird oftmals auch bloß als sachverständiger Zeuge vernommen; bei der Polizei findet ausschließlich sachverständige Funktionierung statt. Die Wirksamkeit des Gerichts-Chemikers ist meist bloß von individueller Bedeutung, während die Tätigkeit des Polizei-Chemikers dem allgemeinen öffentlichen Wohle zu gute kommt. Der Gerichts-Chemiker bleibt für sein Gutachten persönlich haftbar; die Verantwortlichkeit für den Polizei-Chemiker übernimmt die Behörde, deren Mitglied er ist. Der Gerichts-Chemiker liquidiert nach der für Sachverständige gesetzlich fixierten Gebührentaxe, der Polizei-Chemiker, wenn er nicht überhaupt einen festen Jahresgehalt bezieht, liquidiert vereinbartem Abkommen gemäß.

Das Gutachten, welches der Chemiker dem Gerichte übergibt, muß den ganzen Gang des Verfahrens enthalten und so beschaffen sein, daß der Richter, als Laie in rein chemischen Fragen, die volle Überzeugung von der Richtigkeit des gewonnenen Resultates daraus zu gewinnen vermag. Der Polizei-Chemiker gibt einfach das Resultat an, von der Behörde

voraussetzend, daß sie dasselbe für ihre Zwecke zu benutzen verstehe; instruierende Konsultationen sind dabei jedoch keineswegs ausgeschlossen.

Während die Stellung des Chemikers zu den Gerichten durch das Nahrungsmittelgesetz in keiner Weise alteriert worden ist, hat die Stellung desselben zu der Verwaltungsbehörde eine wesentliche Veränderung erlitten. Denn, ebenso wie es dem Richter freigestellt<sup>1</sup> ist, ein verurteilendes Gutachten abzulehnen und trotz eines solchen die Freisprechung auszuüben, wenn er nicht die *persönliche* Überzeugung einer Schuld daraus und aus den begleitenden Nebenumständen zu schöpfen vermag, so steht es dem Gerichts-Chemiker frei, sein Gutachten dem Stande der Wissenschaft und seiner *persönlichen* Überzeugung gemäß, ohne Rücksicht auf Ansichten anderer oder selbst auf amtliche Verordnungen und Instruktionen abzugeben. Dagegen ist der Polizei-Chemiker sowohl in seinen Methoden als auch in der Abgabe seiner Gutachten beschränkt, insofern § 5 des Nahrungsmittelgesetzes unzweifelhaft darauf hinweist, daß für gewisse Gegenstände Prüfungsmethoden und Grenzwerte festgestellt werden sollen. Diesbezügliche Bestimmungen sind inzwischen im Deutschen Reich für die Prüfung der Kunstbutter und des Petroleums, für die Beurteilung giftiger Farben und bleihaltiger Geräte, sowie für die Untersuchung der Weine erlassen worden und demnächst für Prüfung und Beurteilung des Trinkwassers zu erwarten.

Wie bereits oben erwähnt, sind die Untersuchungen der Gerichts-Chemiker bereits krimineller Natur; handels- und technisch-chemische Untersuchungen kommen ja auch vor, gehören aber nicht in den Rahmen dieser Besprechung. Andererseits werden die Polizei-Chemiker sich nicht bloß mit verfälschten, verunreinigten oder verdorbenen Nahrungsmitteln oder mit verdächtigen Gebrauchsgegenständen zu befassen haben, sondern man wird ihnen auch Wasser, Luft und Erde zur Untersuchung geben, man wird sie fragen, ob das Streuen mit Salz die Hufe der Tiere, Holz und Metall ruiniere, ob undichte Gasleitung die Vegetation töte, welchen Einfluß die Nähe

gewisser Etablissements auf das Wohlbefinden der Einwohnerschaft auszuüben vermöge, wie am besten und billigsten desinfiziert werde, welche Lichtstärke das städtische Gas habe, welchen Brenneffekt einzelne Heizmaterialien ausüben etc. etc. Noch vielseitiger sind die Anfragen, die das *Publikum* an den Nahrungsmittel-Chemiker richtet. Das Publikum läßt aus verschiedenen Gründen untersuchen. Es will entweder wissen, ob ein Nahrungsmittel überhaupt rein, oder ob es verfälscht oder verdorben ist, oder es will die allgemeine Beschaffenheit und Preiswürdigkeit eines Gegenstandes ermittelt haben, oder es will die Identität einer Sache festgestellt wissen. Es will entweder wissen, ob ein Gegenstand besonders schädlich oder gesundheitsgefährlich sei, oder es will endlich eine ausdrückliche Anerkennung besonders guter Eigenschaften einer Sache haben (Reklame-Analysen). Vielfach fallen die Wünsche des Publikums mit den Forderungen der Behörden zusammen; oftmals weichen sie aber beträchtlich davon ab, und dadurch wird natürlich wiederum eine besondere Stellung des Chemikers dem Publikum gegenüber bedingt. Da derselbe Körper Gegenstand einer von Privaten und einer von der Polizei aufgegebenen Untersuchung nacheinander werden kann, so wird der Nahrungsmittel-Chemiker, welcher für beide arbeitet, wohl thun, im Geschäftsverkehr mit ersteren stets die größte Reserve zu beobachten. Während die Gutachten der amtlichen Chemiker nur dem engsten Kreise der Beteiligten mitgeteilt und dann in den Akten begraben werden, bilden die Gutachten der öffentlichen Chemiker oft noch lange Zeit den Gegenstand einer allgemeinen Kritik, die unter dem Einflusse etwaiger Gegen- oder Konkurrenzparteien bisweilen sehr schonungslos ausgeübt wird. Man suche sich daher bei Aufträgen aus dem Publikum erst über die Motive und Absichten des Auftraggebers zu informieren und weise, wenn sie nicht *ganz* sauber sind, die Aufträge einfach ab. Es ist besser, den Zorn dieser kleinen Klasse von Auftraggebern zu ertragen, als in den Ruf zu geraten, daß man für gute Bezahlung als Anwalt für jede Sache zu haben sei.



## DIE HERSTELLUNG DES CALCIUMCARBIDES IN TECHNISCHER UND WIRTSCHAFTLICHER HINSICHT.\*

CARO, LUDWIG UND VOGEL.

Calciumcarbid wird durch Zusammenschmelzen von Kohle und Kalk dargestellt, und zwar verläuft die Reaktion unter Entwicklung von Kohlenoxyd:



36 Teile Kohle wirken auf 56 Teile Kalk unter Bildung von 64 Teilen Calciumcarbid und 28 Teilen Kohlenoxyd ein. Ob diese Reaktion direkt geschieht oder stufenweise, ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Das Auftreten von freiem Calcium in Carbid, dessen Anwesenheit zuerst von Dr. Wolff angenommen wurde (solches Carbid entwickelt mit Wasser neben Acetylen auch Wasserstoff), macht es wahrscheinlich, daß Reaktion (1), mindestens teilweise, nicht direkt, sondern in zwei Stufen verläuft, nämlich:



Die Reaktion zwischen Kohle und Kalk tritt erst bei so hoher Temperatur ein, daß dieselbe im gewöhnlichen Ofen nicht erreichbar ist, sondern nur in elektrisch geheizten Öfen. Die für Herstellung von prima Calciumcarbid erforderliche Temperatur schätzt man auf 2800° bis 3500° C., also ungefähr doppelt so hoch wie die für die Eisendarstellung notwendige. Bei dieser Temperatur ist der Kalk schon längst flüssig (Schmelzpunkt etwa 2400° (?)), und die Kohle löst sich darin unter Entwicklung von Kohlenoxyd, ganz ähnlich wie Eisen sich bei gewöhnlicher Temperatur unter Entbindung von Wasserstoff in Salzsäure löst. Wie es scheint, ist es hauptsächlich die Reaktion (2), die eine so hohe Temperatur erfordert. Reaktion (3) dagegen

---

\* *Handbuch für Acetylen in technischer und wissenschaftlicher Hinsicht.* Herausgegeben von Dr. H. Vogel. Seite 23. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

findet auch bei niedrigerer Temperatur statt. Calcium und Kohle wirken nämlich schon bei Rotglut unter Bildung von Calciumcarbid aufeinander ein. Wenn die äußeren Verhältnisse günstig sind, findet übrigens auch die Reaktion (2) wahrscheinlich schon bei bedeutend niedrigerer Temperatur statt, obschon viel langsamer. Je inniger Kalk und Kohle in Berührung mit einander kommen, desto eher trifft dies zu. So setzt sich z. B., wenn man einen frisch dargestellten Carbidblock langsam abkühlen läßt, die Kohlenoxydbildung und damit die Reaktion (2) stundenlang fort, auch nach Abstellung des elektrischen Stromes. Die Bildungswärme des Calciumcarbides ist aber nicht weit entfernt von der Dissociationstemperatur desselben. Reaktion (3) ist nämlich umkehrbar, verläuft also je nach den obwaltenden Umständen folgendermaßen:



Bei verhältnismäßig niedriger Temperatur herrscht die Carbidbildung vor; je höher dieselbe indessen steigt, desto mehr kommt die umgekehrte Reaktion zum Vorschein,<sup>1</sup> d. h. desto mehr schon dargestelltes Carbid wird dissociiert. Das freie Calcium verdampft dabei und verbindet sich in den oberen Teilen des Ofens mit dem Luftsauerstoff. Dabei hinterläßt es im Ofen einen an Kohle reichen Rückstand. Sogar in kleineren Öfen für nur 100 Ampère läßt sich diese Dissociation nachweisen und Grauer hat in drei Öfen mit zusammen 150 Kilowatt 72 kg Carbid in 2½ Stunden vollständig verschwinden lassen. Diese Dissociation kann also in so großem Umfang stattfinden, daß es einfach eine Lebensbedingung für die Carbidfabriken ist, dieselbe durch Niedrighalten der Temperatur möglichst zu verhindern. Eine niedrige Temperatur ist ja auch schon mit Rücksicht auf eine gute Wärmeökonomie wünschenswert.

# ABHÄNGIGKEIT DER BEI EINEM CHEMISCHEN PRO- CESS AUFTRETENDEN WÄRMEERSCHEINUNGEN VON DEM VERLAUFE DIESER PROCESSES.\*

DR. HANS JAHN.<sup>1</sup>

Gesetzt den Fall, es läge uns ob.<sup>2</sup> die Wärmetönung zu bestimmen, welche bei der Vereinigung von Calciumoxyd und Salzsäure zu gelöstem Calciumchlorid auftritt, so böten sich dazu vielerlei Wege. Wir könnten Calciumoxyd auf eine Lösung von Salzsäure einwirken lassen, und die dabei auftretende Wärmetönung messen. Dieselbe beträgt nach den Messungen von Berthelot

46 Cal.

Wir könnten aber auch einen Umweg einschlagen. Wir könnten festes Calciumoxyd mit einer molekularen Menge Wasser zusammenbringen, damit es sich mit demselben zu Calciumhydroxyd vereinige; wir würden dabei eine Wärmeentwicklung von

15 Cal.

beobachten. Das so gewonnene Calciumhydroxyd könnten wir in Wasser lösen, wobei

3 Cal.

entwickelt werden würden, und auf das Kalkwasser könnten wir Salzsäure einwirken lassen, ein Process, dem eine Wärmeentwicklung von

27,9 Cal.

entsprechen würde. Summieren wir die drei Wärmetönungen, welche wir im Verlaufe des zweiten Processes beobachteten, so erhalten wir:

15  
3  
27,9

45,9 Cal.

also im wesentlichen dieselbe Wärmeentwicklung wie die, welche

---

\* *Die Grundsätze der Thermochemie und ihre Bedeutung für die theoretische Chemie*, Erste Auflage, Seite 44. Alfred Holder, Wien.

dem ersten Prozesse entsprach. Es ist dabei vorausgesetzt, dass in beiden Fällen ein und dieselbe Lösung schliesslich erhalten wurde. Dasselbe würden wir finden, welchen Weg auch immer wir einschlagen, um gelöstes Calciumchlorid darzustellen, die Summe der den einzelnen Processen entsprechenden Wärmetönungen wäre immer dieselbe.

Diese Betrachtung, für deren allgemeine Gültigkeit sich mit Hilfe thermochemischer Daten leicht noch weitere Beispiele anführen liessen, lehrt uns also zunächst, dass die bei einem beliebigen Prozesse auftretende Wärmetönung nur durch die Summe der bei diesem Prozesse zum Ausgleich kommenden Affinitäten bedingt wird, dagegen ganz unabhängig ist von der Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Partialprocesse auf einander folgen, wenn sie nur zu demselben Endproduct führen. Das eigentlich bedingende für die einem chemischen Process entsprechende Wärmetönung ist also die Zusammensetzung des Endproductes und des Ausgangsmateriales; was dazwischen liegt, auf welchen Wege man von dem gegebenen Ausgangsmaterial zu dem gewünschten Endproduct gelangt, ist vollständig ohne Belang. Es war ganz gleichgiltig, ob wir den gebrannten Kalk mit einem Schlage in gelöstes Calciumchlorid verwandelten, oder ob wir Schritt für Schritt diese Verwandlung vor sich gehen liessen: wir erhielten dieselbe Wärmetönung.

Diese so einfache und zugleich wichtige Wahrnehmung, welche, wie schon erwähnt wurde, von allgemeiner Gültigkeit ist, führt uns zu dem bedeutsamen Princip, dass wenn ein System einfacher oder zusammengesetzter Körper unter bestimmten äusseren Umständen und Bedingungen chemische—und wie wir gleich hinzusetzen können, physikalische—Veränderungen erleidet, die dabei auftretende Wärmeabsorption oder Wärmeemission allein von dem Anfangs und dem Endzustande des Systems abhängt, und dieselbe bleibt, welches immer die Beschaffenheit und die Aufeinanderfolge der Zwischenzustände sei.

## DAS NITROBENZOL.\*

DR. GUSTAV SCHULTZ.<sup>1</sup>

Wurde 1834 von Mitscherlich aus Benzol (aus Benzoesäure) und Salpetersäure zuerst erhalten. Collas brachte es als Mirbanessenz (Mirbanöl) in den Handel; Mansfield liess sich 1847 die Darstellung des Nitrobenzols aus Steinkohlentheerbenzol patentiren.

**Darstellung.** Das Nitrobenzol und die homologen Nitroverbindungen (Nitrotoluol und Nitroxylol) werden so dargestellt, dass man ein Gemenge von concentrirter Schwefelsäure von 66° B. und concentrirter Salpetersäure von 45° B. in die zu nitrirenden Kohlenwasserstoffe unter Abkühlung und sorgfältigem Umrühren einfliessen lässt. Die Operation wird meistens in gusseisernen Cylindern, seltener in Gefässen von Steingut vorgenommen, welche mit einem Rührwerk versehen sind. Die Grösse der Apparate richtet sich nach der Grösse des Betriebes. Sie fassen meistens 200 bis 400 Liter, so dass 80 bis 100 kg Benzol auf einmal verarbeitet werden können. Man wendet z. B. auf 100 Thle. reines Benzol ein Gemisch von 115 Thln. concentrirter Salpetersäure und 180 Thln. concentrirter Schwefelsäure an und lässt dasselbe langsam und unter Rühren in das Benzol einfliessen. Im Anfange muss hierbei gekühlt werden, was jetzt gewöhnlich dadurch erreicht wird, dass man Wasser über die Apparate rieseln lässt. Gegen Ende der Operation, welche 8 bis 10 Stunden dauert, hört man mit Kühlen auf und lässt die Temperatur auf 90° bis 100° steigen. Bei gut geleiteter Reaction entweichen kaum nitrose Dämpfe. Nach beendigter Einwirkung lässt man die beiden Flüssigkeitsschichten in einem Reservoir einen Tag lang absitzen und öffnet dann den Hahn des Abflussrohres. Zuerst fliesst die noch ca. 0.55 Proc. Salpetersäure, etwas Nitrobenzol und andere organische Verbindungen enthaltende Säure (Abfallsäure, Rückstandssäure) aus. dann folgt das Nitrobenzol, gemengt mit dem etwa der

\* *Die Chemie des Steinkohlentheers*, Band 1, Seite 52. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

Reaction entgangenen Benzol. Von letzterem wird das Nitrobenzol, wenn nöthig, durch Einleiten von Wasserdampf befreit, wobei zunächst ein Gemenge von Benzol und Nitrobenzol übergeht, welches bei einer späteren Nitrobenzoldarstellung mit verwendet wird. Das rückständige Nitrobenzol wird mit Wasser sorgfältig gewaschen und kann meistens direct verarbeitet werden. Die Ausbeute beträgt bei reinem Benzol gegen 150 Proc. (berechnet 157 Proc.) bei Rohbenzol gegen 145 Proc. Zur weiteren Reinigung wird das Nitrobenzol schliesslich direct oder besser mit gespanntem Wasserdampf destillirt.

Eigenschaften. Gelbliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit von eigenthümlichen, dem Bittermandelöl ähnlichen Geruch, die bei  $206^{\circ}$  bis  $207^{\circ}$  siedet und in der Kälte zu grossen, bei  $3^{\circ}$  schmelzenden Nadeln erstarrt. Spec. Gew. 1,208 bei  $15^{\circ}$ . Von Wasser wird es nur wenig aufgenommen; in Alkohol, Aether, Benzol, concentrirter Salpetersäure ist es leicht löslich und ist selbst ein vorzügliches Lösungsmittel für viele, in den gebräuchlichen Lösungsmitteln sonst sehr schwer lösliche oder unlösliche organische Substanzen. Mit Wasserdampf ist es ziemlich leicht flüchtig, so dass 1 Thl. Nitrobenzol mit 6 Thln. Wasser bei 1 Atm. destillirt.

Verhalten. Durch Erhitzen mit Wasser wird es nicht verändert. Von Chlor allein wird das Nitrobenzol bei gewöhnlicher Temperatur nicht angegriffen, bei Gegenwart von Jod, Eisenchlorid oder Antimonchlorid entsteht vorwiegend m-Chlornitrobenzol (Schmelzp.  $44^{\circ},4$ ), während aus Chlorbenzol und Salpetersäure ein Gemenge von o-Chlornitrobenzol (Schmelzp.  $32^{\circ},5$ ) und p-Chlornitrobenzol (Schmelzp.  $83^{\circ}$ ) erzeugt wird.

Brom reagirt bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf Nitrobenzol, bei höherer Temperatur entsteht das bei  $176^{\circ}$  schmelzende Tetrabrombenzol. Gewöhnliche Salpetersäure verändert das Nitrobenzol nicht. Rauchende Salpetersäure oder ein Gemenge von Salpetersäure und Schwefelsäure verwandelt das Nitrobenzol in ein Gemenge der drei isomeren Dinitrobenzole, von denen die Metaverbindung das Hauptproduct ausmacht.

Gewöhnliche Schwefelsäure löst Nitrobenzol ohne Verände-

rung. Rauchende Schwefelsäure führt es in m-Nitrobenzolsulfosäure über. Schwefelsäurechlorhydrin liefert im Ueberschuss angewendet und in der Wärme nach D. R.-P. 89997 (Dr. Fr. v. Heyden Nachf). Nitrobenzolsulfochlorid.

Verhalten des Nitrobenzols gegen Reductionsmittel. Zinkstaub und Wasser oder einige neutrale Salze liefern Phenylhydroxylamin:  $C_6H_5.NH(OH)$ . Alkalische, reducirende Substanzen (alkoholisches Kali, Zinkstaub und Natronlauge, Natriumamalgam bilden Azoxybenzol, dann Azobenzol und schliesslich Hydrazobenzol; mit sauren Reductionsmitteln wird sogleich Anilin erzeugt.

Durch Elektrolyse einer Lösung von Nitrobenzol in concentrirter Schwefelsäure bildet sich (an der Kathode) schwefelsaures Amidophenol, resp. Amidophenolsulfosäure. Als intermediäres Product entsteht wahrscheinlich Phenylhydroxylamin, welches sich in saurer Lösung in p-Amidophenol verwandelt:  $C_6H_5.NH.OH = C_6H_4(NH_2).OH$ .

Die physiologische Wirkung des Nitrobenzols ist von Grandhomme untersucht worden. Hiernach wirken die Dämpfe weit schneller als flüssiges Nitrobenzol, letzteres oft erst 6 bis 24 Stunden nach der Aufnahme des Giftes. Die bei Thierversuchen<sup>1</sup> auftretenden Symptome bestehen in starkem Speicheln, Thränen der Augen, Dyspnoe. Tausel, Schlafsucht ohne Anästhesie, Zuckungen einzelner Muskeln, sowie allgemeinen tonischen und klonischen Convulsionen. Bei den klinischen Fällen klagen die Kranken über Brennen im Munde, Prickeln auf der Zunge, Uebelkeit und Schwindelgefühl, Dabei besteht eine leichte Cyanose der Lippen und des Gesichtes. Die schweren Fälle zeigen ausserdem: Depressionserscheinungen, als Coma, Schläfrigkeit, Angst, Ameisenkriechen unter der Kopfhaut, Ohrensausen, Kopfschmerz, Coordinationsstörungen, als taumelnden Gang, lallende Sprache, Reflexkrämpfe und Convulsionen, livide Färbung der Haut, starken Geruch des Athems und der erbrochenen Massen nach bitteren Mandeln. Nitrobenzol wird innerhalb des Organismus in Anilin umgewandelt.

Handelsproducte. Das technische Nitrobenzol enthält ausser

dem Mononitrobenzol:  $C_6H_5NO_2$  und Nitrothiophen:  $C_4H_5SNO_2$ , (Schmelzp.  $44^\circ$ ; Siedep.  $224^\circ$  bis  $225^\circ$ ), noch die Nitroderivate derjenigen Kohlenwasserstoffe, welche sich in dem Handelsbenzol finden. Demnach kann es unter Umständen nicht allein Nitrotoluol, resp. die drei isomeren Modificationen desselben, sondern auch Nitroxylöle, Nitrotrimethylbenzole u. s. w. enthalten. Für die verschiedenen Zwecke, zu welchen das Nitrobenzol verwendet wird, werden verschiedene Arten des Handelsproductes dargestellt. Dieses geschieht jedoch nicht so, dass man das rohe Nitrobenzol durch fractionirte Destillation in Nitrobenzol, Nitrotoluol u. s. w. zerlegt, sondern, dass man von verschiedenen Sorten des Handelsbenzols ausgeht und dieselben in die entsprechenden Sorten von Nitrobenzol überführt.

Man unterscheidet die verschiedenen Nitrobenzole des Handels entweder nach dem Zweck, für den sie verwendet werden sollen, und spricht dann von Nitrobenzol für Blau und Schwarz oder Nitrobenzol für Roth oder nach den Siedepunkten und unterscheidet dann, je nachdem das Nitrobenzol leichter oder schwerer siedet, leichtes oder schweres Nitrobenzol.

1. Leichtes oder reines Nitrobenzol (Siedep.  $205^\circ$  bis  $210^\circ$ ; spec. Gew.  $1,2 = 25^\circ$  B.) wird aus möglichst reinem Benzol bereitet.

2. Schweres Nitrobenzol oder Rothnitrobenzol (Siedep.  $210^\circ$  bis  $220^\circ$ ; spec. Gew.  $1,18$  bis  $1,19 = 23^\circ$  B.) besteht aus Nitrotoluol und Nitrobenzol. Ein Nitrobenzol für Roth zeigte bei der Destillation folgendes Verhalten. Es gingen über.

bis $216^\circ$ .....	17 Volumprocente
" $217^\circ$ .....	35 "
" $218^\circ$ .....	53 "
" $219^\circ$ .....	64 "
" $220^\circ$ .....	71 "
" $221^\circ$ .....	78 "
" $222^\circ$ .....	82 "
" $223^\circ$ .....	85 "
" $224^\circ$ .....	89 "

Die Prüfung des Nitrobenzols geschieht durch Destillation. Verwendung. Das möglichst reine Nitrobenzol (Nitrobenzol



für Blau und Schwarz) dient vor allem zur Darstellung reinen Anilins (für Anilinblau und Anilinschwarz) und zur Indulindarstellung. Ausserdem wird es zur Chinolinbereitung, zur Gewinnung von Dinitrobenzol (für Azofarbstoffe) und Azobenzol resp. Benzidin verwendet. In der Parfümerie, besonders für Seifen, dient das reine, mit Wasserdampf destillierte und oft noch durch Behandeln mit Oxydationsmitteln (Kaliumdichromat und Schwefelsäure) oder Erhitzen mit Aetznatron sorgfältig gereinigte Nitrobenzol an Stelle des theureren Bittermandelöls (Benzaldehyds.) Es wird dann als künstliches Bittermandelöl, Mirbanöl oder Mirbanessenz bezeichnet. Das aus 30- bis 40-procentigem Benzol erhaltene nitrotoluolhaltige Nitrobenzol (Nitrobenzol für Roth) dient zur Darstellung von Fuchsin.

## BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DREHUNGSVERMÖGEN UND CHEMISCHER CONSTITUTION DER KOHLENSTOFFVERBINDUNGEN.\*

DR. H. LANDOLT.<sup>1</sup>

Van't Hoff-le Bel'sche Theorie. Einer der wichtigsten Fortschritte in der Kenntniss des optischen Drehungsvermögens erfolgte im Jahre 1874, als zuerst J. H. van't Hoff, damals in Utrecht, und wenige Wochen später J. A. le Bel in Paris den Nachweis lieferten, dass das Auftreten der Activität in einem bestimmten Zusammenhange mit der chemischen Structur der Kohlenstoffverbindungen steht. Der darüber aufgestellte Grundgedanke, zu welchem van't Hoff durch die Annahme einer tetraëdrischen Lagerung der Atome, le Bel dagegen durch die Pasteur'schen Vorstellungen über moleculare Dissymmetrie geführt worden war, fand nach und nach durch die Erfahrung eine glänzende Bestätigung, und bekanntlich haben die weiteren Entwicklungen der Theorie, besonders die von van't Hoff ausge-

---

\* *Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen*, Zweite Auflage, Seite 43. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

sprochenen Ansichten über die Lagerung der Atome im Raume, eine neue Epoche der Wissenschaft, die der Stereochemie, hervorgerufen.

In diesem Werke handelt es sich allein um diejenigen Theile der van't Hoff-le Bel'schen Theorie, welche in directer Beziehung zur optischen Activität stehen, und auch diese sollen nun kurz erörtert werden, da sie bereits in allen Lehrbüchern der Stereochemie, sowie der organischen Chemie sich besprochen finden.

Die Grundlagen der Theorie sind folgende:

1. Denkt man sich bei einem dem Typus  $CR_4$  entsprechenden Körper das Kohlenstoffatom in der Mitte, und die vier mit demselben verbundenen einfachen oder zusammengesetzten Radicale an den Ecken eines Tetraeders, so wird in dem Falle, wo die vier Radicale alle unter einander verschieden sind, das sich ergebende Formelbild  $C(R_1 R_2 R_3 R_4)$  keine Symmetrieebene mehr besitzen und demnach in zwei nicht überdeckbaren Formen auftreten, von denen die eine das Spiegelbild der anderen ist. Dieser Anschauung zufolge muss jeder Körper, dessen chemische Structurformel ein sogenanntes asymmetrisches Kohlenstoffatom enthält, d. h. ein solches, welches mit vier ungleichen Atomen oder Atomgruppen verbunden ist, optisch activ sein, und in einer rechts- sowie gleich stark linksdrehenden Form auftreten.

Hierzu hat die Erfahrung noch ergeben, dass gleiche Mengen der beiden Modificationen sich zu einer inactiven Verbindung oder Mischung (Racemkörper) vereinigen können, welche durch gewisse Mittel wieder in die activen Componenten sich spalten lässt.

Asymmetrische Kohlenstoffatome ( $*C$ ) können bei allen directen Methanderivaten, sowie kettenförmig gestalteten Moleculen auftreten; ferner bei Benzolderivaten nur in der Seitenkette, bei hydrirten ringförmigen Gebilden auch im Kern. Beispiele finden sich in der früher gegebenen Zusammenstellung activer Substanzen; hier mögen noch einige Fälle angeführt werden, aus denen sich zeigt, dass von den vier Radicalen auch zwei unter einander verbunden (Propylenoxyd), oder eines derselben mit zwei verschiedenen asymmetrischen Kohlenstoffatomen

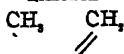
vereinigt sein kann (Phenoxacrylsäure); ferner dass die Asymmetrie eines Kohlenstoffatoms durch entfernter liegende Gruppen, nicht durch die unmittelbar angrenzenden bedingt sein kann (Limonen, Menthen):

Propylenoxyd



\*C

Limonen



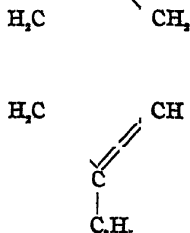
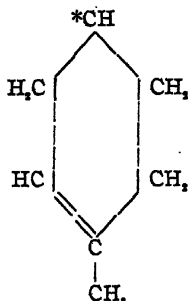
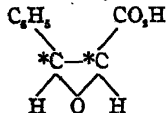
Menthen



\*C



Phenoxacrylsäure



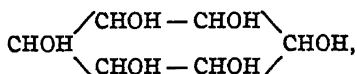
Bei Substanzen, welche zwei asymmetrische Kohlenstoffatome enthalten und deren Molecül, wie die Weinsäure  $\text{COOH} \cdot \text{*CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{*CH} \cdot \text{OH} \cdot \text{COOH}$ , aus zwei gleich zusammengesetzten Hälften besteht, muss, je nachdem die letzteren gleiches oder entgegengesetztes Drehungsvermögen haben, ausser der rechts- und linksactiven Modification noch eine inactive in Folge intramolecularer Compensation auftreten können, und zwar wird diese nicht in active Componenten zerlegbar sein. Eine derartige inactive Form ist nicht mehr möglich, wenn das Molecül ungleichhälftig gebaut ist, dagegen lässt sich in diesem Falle das Auftreten von vier activen Isomeren voraussehen, von welchen je zwei gleich stark entgegengesetztes Drehungsvermögen besitzen müssen. Enthält die Verbindung mehrere asymmetrische Kohlenstoffatome, so kann durch Addition oder Subtraction der Wirkungen der einzelnen Gruppen eine grössere Zahl von verschieden stark activen Modificationen entstehen, von welchen wiederum je zwei zusammengehörige Antipoden bilden, und end-

lich ist das Auftreten einer bestimmten Anzahl compensationsinactiver Formen zu erwarten.

In allen diesen Fällen lässt sich durch Überlegung feststellen, wie viele von den verschiedenen optischen Isomeren entstehen müssen, wenn die Strukturformel der Substanz bekannt ist.

Bei den Aethylenderivaten mit vier ungleichen Radicalen  $R_1R_2C - CR_3H_4$  müssen, wenn man die beiden Kohlenstoffatome durch eine Kante der sie umgebenden Tetraëder sich gebunden denkt, alle Atomgruppen in einer Ebene liegen, es kann also keine Asymmetrie auftreten. In der That haben sich sämtliche Aethylenderivate inactiv erwiesen, selbst wenn sie aus activen Verbindungen erzeugt werden, wie z. B. Fumar- und Maleinsäure aus Aepfelsäure, Bromzimmtsäure  $C_6H_5.CBr = CH.CO_2H$  aus Zimmtsäuredibromid  $C_6H_5.CHBr = CHBr.CO_2H$  u. s. w. Ebenso ist keine Asymmetrie möglich, wenn in den Typus  $R_1R_2C = C.R_3R_4$  sich eine gerade Anzahl doppelt gebundener Kohlenstoffatome einschleibt. Dagegen würde, wie van't Hoff bemerkt, Asymmetrie und damit optische Drehung auftreten können, wenn die Zahl der eingeschobenen Kohlenstoffatome eine ungerade ist, indem die vier Radicale dann gekreuzt stehen, wie es beim Tetraëder der Fall ist. Die einfachsten Körper dieser Art würden die Propadienderivate sein; Beobachtungen über solche Substanzen fehlen bis jetzt.

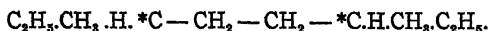
Ringförmige Verbindungen bieten, wie van't Hoff erörtert hat, bestimmte vor auszusehende Fälle von Asymmetrie, und zwar zunächst bei den Derivaten des Tri- und Tetramethylens, jedoch sind hierher gehörige active Körper nicht bekannt. Dagegen treten solche vielfach auf beim sechsgliedrigen Ringe, nämlich den di-, tetra- und hexahydrirten Benzolderivaten. Unter den letztgenannten bildet der Inosit:



einen Fall, wo nicht direct das Auftreten asymmetrischen Kohlenstoffes aus der Formel ersichtlich ist und die Asymmetrie mit ihren Spiegelbildformen erst erscheint, wenn die Anlagerung

von H und OH über und unter der Ebene des Kohlenstoffringes, d. h. die Cis- und Transisomerie in Betracht gezogen wird. Das Weitere hierüber gehört in das Gebiet der Stereochemie.—Nicht hydrierte Benzolderivate können endlich asymmetrischen Kohlenstoff in Seitenketten enthalten.

Die Bestätigung der van't Hoff-le Bel'schen Theorie ist allmählig auf die vielfachste Weise erfolgt. Es zeigte sich, dass ausnahmslos die Activität mit dem Vorhandensein asymmetrischen Kohlenstoffes verbunden ist, und dass Körper, welchen solcher fehlt, niemals Drehungsvermögen besitzen. Bei einigen der letzteren Substanzen, wie N-Propylalkohol, Styrol,  $\beta$ -Picolin u. s. w., von welchen Activität behauptet worden war, hat sich diese Angabe als irrthümlich herausgestellt.<sup>1</sup> Durch directe Versuche wurde ferner das Auftreten oder Verschwinden des Drehvermögens mit der Erzeugung oder andererseits der Vernichtung asymmetrischer Kohlenstoffatome nachgewiesen. Dies zeigte zuerst le Bel durch die Umwandlung von activem Amyljodür  $\text{CH}_3\text{H} \cdot \text{C}^*\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_2\text{J}$  in inactives Methyläthylmethan  $\text{CH}_3\text{H} \cdot \text{C} \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ , und sodann Just, indem er aus demselben Amyljodür mittelst Zink und Salzsäure inactives Dimethyläthylmethan  $\text{CH}_3\text{H} \cdot \text{C} \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3$ , dagegen bei Einwirkung von Jodäthyl und Natrium actives Methyläthylpropylmethan  $\text{CH}_3\text{H} \cdot \text{C}^*\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_3\text{H}_7$ , sowie durch Erwärmen mit Natrium actives Diamyl:



erhielt.—Im Weiteren stellte sich heraus, dass es für das Erscheinen der Activität gleichgültig ist, welche Natur die mit einem asymmetrischen Kohlenstoffatom verbundenen vier Radicale besitzen. Man hatte früher bei Einführung von Haloiden mehrfach Verschwinden des Drehvermögens beobachtet; so war aus linksdrehender Aepfelsäure inactive Monobrombernsteinsäure (Kekulé), aus Linksmandelsäure inactive Phenylbromesigsäure  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CHBr} \cdot \text{CO}_2\text{H}$  (Easterfield), endlich aus d- und l-Isopropylphenylglycolsäure inactive Isopropylphenylchloroessigsäure  $(\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_3\text{H}_7) (\text{H}) \cdot \text{C}(\text{Cl}) (\text{CO}_2\text{H})$  (Fileti) erhalten wor-

\* The asterisk denotes an asymmetrically linked carbon atom.

den. Wie sich später ergab, lag jedoch die Ursache der Inactivität dieser Producte darin, dass sie Racemverbindungen darstellten, welche in Folge hoher Reactionstemperatur entstanden waren. Wird die letztere möglichst niedrig gehalten, so erscheinen auch die haloidhaltigen Körper im drehenden Zustande. Das wurde besonders von Walden nachgewiesen, welcher aus Aepfelsäure durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid unter Zusatz von Chloroform active Chlorbernsteinsäure, und später aus Fleischmilchsäure, weinsaurem Aethyl und Mandelsäure eine grosse Anzahl chlor- und bromhaltiger Derivate, wie chlorpropionsaures Methyl, bromäpfelsaures Aethyl, Phenylchloroessigsäure u. s. w. darstellte, welche sämtlich Drehungsvermögen besaßen.—Endlich klärte sich vollständig die Erscheinung auf, dass zahlreiche Körper existiren, welche asymmetrischen Kohlenstoff enthalten, aber trotzdem inactiv sind. Bei den einen konnte nachgewiesen werden, dass sie Racemverbindungen sind, indem ihre Spaltung in active Componenten gelang; bei anderen, wie Mesoweinsäure, Dulcit, Schleimsäure, deren Molecüle aus zwei gleich constituirten Hälften bestehen, folgte ihre Inactivität aus der entgegengesetzten Drehrichtung der letzteren. Bei einer dritten Art von asymmetrischen Substanzen zeigte sich, dass sie ein sehr schwaches Rotationsvermögen besitzen, und es demnach aussergewöhnlich dicker Schichten oder, wie bei Mannit, Zusatz gewisser Stoffe (Borsäure) bedarf, um dasselbe zu erkennen.—So haben sich bis jetzt in allen Fällen die Ansichten von van't Hoff und le Bel mit der Erfahrung in Uebereinstimmung gezeigt, und auch da, wo ein Widerspruch aufzutauchen schien (Limonen), wurde derselbe durch spätere Untersuchungen wieder beseitigt. Man kann daher die Lehre vom asymmetrischen Kohlenstoff als eine der bestbegründeten Theorien der Chemie bezeichnen.

## ALLGEMEINE BEGRIFFSBESTIMMUNGEN DER GASE DÄMPFE UND FLÜSSIGKEITEN.\*

DR. W. SCHÜLE.<sup>1</sup>

Gase. Solche luftartige Stoffe, die auch durch starke Ver-

\* *Die Wärmemechanik*, Seite 1. Julius Springer, Berlin.

dichtung bei den gewöhnlichen Temperaturen nicht ganz oder teilweise in den flüssigen Zustand übergeführt werden können, heißen Gase. In der freien Natur kommen sie im nebelförmigen oder flüssigen Zustande nicht vor.

Einfache (zweiatomige) Gase sind: Sauerstoff ( $O_2$ ), Stickstoff ( $N_2$ ), Wasserstoff ( $H_2$ ), Kohlenoxyd ( $CO$ ), Stickoxyd ( $NO$ ); mehratomige Gase: Methan oder Sumpfgas ( $CH_4$ ), Äthylen ( $C_2H_4$ ).

Als Gase können auch angesehen werden: Kohlensäure ( $CO_2$ ) bei hohen Temperaturen, bei Feuergastemperaturen oder sehr geringen Drücken auch der Wasserdampf ( $H_2O$ ).

Technisch wichtige Gasmischungen: die atmosphärische Luft, das Leuchtgas, das Generator- oder Kraftgas, die Verbrennungsprodukte in Feuerungen und Verbrennungskraftmaschinen im heißen Zustand.

Gesättigte Dämpfe. Im Gegensatz zu den Gasen ist der Aggregatzustand der gesättigten Dämpfe durchaus unbeständig. Kleine Änderungen von Temperatur, Druck oder Rauminhalt können einen teilweisen Übergang aus dem luftförmigen in den flüssigen Zustand (Nebelbildung) oder umgekehrt zur Folge haben. Viele Dämpfe kommen gleichzeitig als Flüssigkeiten vor. Die technisch wichtigsten Dämpfe sind die des Wassers ( $H_2O$ ), des Ammoniaks ( $NH_3$ ), der Schwefligsäure ( $SO_2$ ), der Kohlensäure ( $CO_2$ ) bei gewöhnlichen Temperaturen (unter  $32^\circ$ ). Ferner die in Verbrennungskraftmaschinen verwendeten Dämpfe der Erdöldestillate (Petroleum, Benzin), die aus Kohlenwasserstoffen verschiedener Zusammensetzung bestehen; die Dämpfe des Spiritus (Alkohol  $C_2H_5O$ ), der Destillate aus Steinkohlenteeröl und Braunkohlenteeröl (Benzol, Ergin\*) und die aus der Destillation der Steinkohle und Braunkohle hervorgehenden Öle (Benzol, Paraffinöl).

Bezeichnend für das Verhalten der Dämpfe im allgemeinen ist das des Wasserdampfs der Atmosphäre. Dieser geht fort-

---

\* A name given to crude benzene from by-product coke ovens, sold as a substitute for gasoline or other light petroleum distillates for stationary explosion engines.

während infolge von verhältnismäßig geringen Änderungen des Drucks und der Temperatur in den feuchten Zustand (Nebel, Wolken) oder in den flüssigen (Regen) über und umgekehrt.

Feuchter und trockener Dampf. Stehen die Dämpfe in Verbindung mit einem Flüssigkeitsspiegel (z. B. in Dampfkesseln), so enthalten sie in Nebelform selbst Wassertröpfchen und werden dann feuchte oder nasse Dämpfe genannt. Dieser Zustand ist der gewöhnliche der gesättigten Dämpfe, er kann auch ohne Flüssigkeitsspiegel bestehen. Vollkommene Trockenheit ist ein Grenzzustand (zwischen feuchter Sättigung und Überhitzung), der leicht gestört wird.

Der Zustand der trockenen Sättigung ist aber deshalb wichtig, weil feuchter Dampf als Mischung von trockenen gesättigten Dampf und flüssigem Wasser von gleicher Temperatur anzusehen ist.

Überhitzte oder ungesättigte Dämpfe. Wie die Gase sind diese Stoffe bei Änderungen von Temperatur, Druck oder Raum in Hinsicht ihres Aggregatzustandes beständig, aber nur innerhalb bestimmter, mäßig weiter Grenzen. Sie können im Gegensatz zu den Gasen schon durch mäßige Änderungen von Druck oder Temperatur in den Zustand der gesättigten Dämpfe versetzt werden.

Umgekehrt können auch alle gesättigten Dämpfe durch Wärmezufuhr überhitzt werden.

Bei gleichen Körper, z. B. Wasser, müssen die beiden Zustände deshalb streng unterschieden werden, weil der Körper in beiden Zuständen *verschiedenen* Gesetzen folgt. Aus dem gleichen Grunde ist eine Unterscheidung zwischen Gasen und überhitzten Dämpfen erforderlich.

Enthält ein Raum, etwa infolge von Verdunstung flüssigen Wassers, weniger Wasserdampf, als er bei der augenblicklichen Temperatur aufnehmen kann (also keinen „Nebel“), so ist dieser Wasserdampf im überhitzten Zustand. In diesem Zusammenhang ist auch die Bezeichnung „ungesättigt,“ die für überhitzte Dämpfe verwendet wird, verständlich. Der Raum ist erst



*gesättigt* mit Dampf, wenn er keinen weiteren Dampf mehr aufnehmen kann.

Bezeichnend für das Verhalten überhitzter Dämpfe ist wieder das des atmosphärischen Wasserdampfs. Ein Niederschlag dieser (ungesättigten) Dämpfe erfolgt erst, nachdem die Temperatur um ein bestimmtes, vom Sättigungsgrad abhängiges Maß gefallen ist.

In Dampfleitungen schlägt sich überhitzter Dampf nicht nieder (solange er die Überhitzung nicht verloren hat), während gesättigter Dampf (Sattdampf) stets mehr oder weniger kondensiert.

**Zusatz.** Auch Gase können durch künstliche, sehr tiefe Abkühlung und gleichzeitige Verdichtung in den Zustand feuchter Dämpfe, bzw. in den flüssigen Zustand versetzt werden. Dabei durchschreiten sie das Gebiet der überhitzten Dämpfe.—Umgekehrt können alle gewöhnlich flüssigen und dampfförmigen Körper entweder als Gas oder als überhitzten Dampf, gesättigten Dampfung in gasartigen Zustand versetzt werden.

Je nach dem unter gewöhnlichen Temperatur- und Druckverhältnissen vorherrschenden Verhalten bezeichnet man daher einen Körper entweder als Gas oder als überhitzten Dampf, gesättigten Dampf, Flüssigkeit.

## SALPETERSÄURE-DIAZOBENZOL.\*

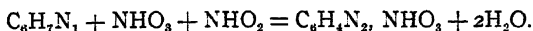
PETER GRIES.<sup>1</sup>

Die Darstellung dieser Verbindung gelingt auf verschiedene Weise; am einfachsten durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf wässeriges salpetersaures Anilin. Es ist dabei durchaus nicht nöthig, daß sich dieses vollständig in Auflösung befindet, weshalb man es, da eine zu große Menge Wasser später, bei Abscheidung der neuen Verbindung in Krystallen, hinderlich ist, am zweckmäßigsten in Breiform verwendet. Bei Darstellung größerer Quantitäten vertheilt man den Brei in mehrere cylindrische Gefäße und läßt in diese der Reihe nach<sup>2</sup> abwechselnd die salpetrige Säure eintreten. Da sich während der Opera-

\* *Annalen der Chemie*, Band 137, Seite 41 (1866).

tion beträchtlich viel Wärme entbindet, und es nicht gerathen ist, die Temperatur über 30° steigen zu lassen, so ist man genöthigt, gut abzukühlen und den Gasstrom nicht allzu rasch zu unterhalten. Sobald alles salpetersaure Anilin verschwunden (welcher Zeitpunkt dann eingetreten ist, wenn starke Kalilauge in einer Probe der erhaltenen Lösung keine Ausscheidung von Anilin mehr bewirkt), kann die Gaszufuhr unterbrochen werden. Um nun das gebildete Salpetersäure-Diazobenzol in Krystallen zu erhalten, benutzt man seine Eigenschaft, in Aether, selbst wenn diesem eine große Menge wässerigen Alkohols beigemischt ist, beinahe vollständig unlöslich zu sein. Versetzt man deshalb die filtrirte wässrige Auflösung mit dem dreifachen Volum starkem Alkohol und dann mit genügend viel Aether, so wird die neue Verbindung fast vollständig in langen weißen Nadeln abgeschieden. Nach einigem Stehen werden diese von der Mutterlauge getrennt, und auf dem Filter so lange mit Aether gewaschen, bis dieser farblos abläuft. Um übrigens die letzten Spuren färbender Substanz zu entfernen, ist es nöthig, die Krystalle noch einmal in ein wenig kaltem Wasser zu lösen und dann wiederum durch Alkohol und Aether abzuschneiden.

Die weiter unten anzuführenden Analysen zeigen mit Bestimmtheit, daß der so dargestellten Verbindung die Formel  $C_6H_4N_2.NHO_3$  zukommt, wonach sich ihre Bildung durch folgende Gleichung versinnlichen läßt:



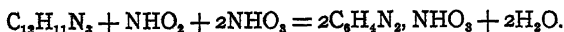
Salpetersaures  
Anilin

Salpetersäure-  
Diazobenzol<sup>1</sup>

Eine andere Methode der Darstellung beruht auf dem Verhalten des Diazo-Amidobenzols  $\left\{ \begin{matrix} C_6H_4N_2 \\ C_6H_7N \end{matrix} \right\}$  zu salpetriger Säure.

Wird diese Verbindung in kaltem Aether gelöst und unter Abkühlen ein Strom der salpetrigen Säure eingeleitet, so bilden sich nach einiger Zeit Krystalle von Salpetersäure-Diazobenzol. Die Einwirkung muß so lange andauern, bis keine weitere Abscheidung mehr bemerkbar ist. Man sammelt den Körper dann

auf einem Filter und reinigt ihn wie vorher angegeben. Folgende Gleichung versinnlicht diesen Bildungsproceß:



Diazo-  
Amidobenzol

Salpetersäure-  
Diazobenzol

Es ist anzunehmen, daß die nach dieser Gleichung erforderliche Salpetersäure der salpetrigen Säure ursprünglich beige-mengt war (vgl. Annalen der Chemie, CXXI, 258). So elegant und einfach auch diese Darstellung zu sein scheint, so wird man sich ihrer doch selten bedienen, da sie die vorherige des Diazo-Amidobenzols voraussetzt, eines Körpers, dessen Bereitung in grösserer Quantität zeimlich mühsam ist.

Das Salpetersäure-Diazobenzol kann auch durch Einwirkung der salpetrigen Säure direct auf Anilin gewonnen werden. Man löst letzteres zu diesem Zwecke in der dreifachen Menge Alkohol und leitet so lange salpetrige Säure ein, bis eine Probe der Flüssigkeit auf Zusatz von Aether eine reichliche Ausscheidung nadelförmiger Krystalle erkennen läßt. Die gesammte Flüssigkeit wird darauf mit Aether versetzt und die Krystalle werden gleichfalls wie oben beschrieben gereinigt.

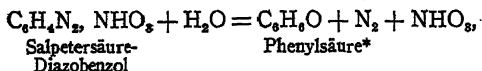
Zur Darstellung im Großen eignet sich diese Methode ebenfalls nur wenig, und da auch, wie anzunehmen ist, das Anilin zunächst in Diazo-Amidobenzol übergeführt wird, so ist sie auch im Princip nicht von der vorher beschriebenen verschieden.

So einfach im allgemeinen auch alle diese Darstellungsmethoden des Salpetersäure-Diazobenzols sein mögen, so ist doch, um eines günstigen Erfolges sicher zu sein, die strengste Einhaltung der angegebenen Regeln zu beobachten. Ereignet es sich z. B., daß die Temperatur die angegebene Grenze übersteigt, so tritt häufig eine plötzliche Stickgasentwicklung ein, welcher nur schwierig, am Besten durch eine sofortige rasche Abkühlung, Einhalt gethan werden kann, die in der Regel aber mit einem vollständigen Verlust der Substanz endigt. Bedient man sich zur Darstellung des zuerst erwähnten Verfahrens, so bemerkt man mitunter, daß Aether aus der alkoholisch-wässrigen Lösung nicht sofort Krystalle, sondern eine wässerige Schicht am Boden des Gefäßes absondert, in der die neue Verbindung gelöst bleibt.

Mangel an Alkohol ist dann die Ursache dieser Erscheinung. Versetzt man deshalb die wässrige Schicht aufs Neue mit einer genügenden Quantität desselben, so kann man sicher sein, daß nun Zufügen von Aether unfehlbar Krystallbildung bewirkt.

Das nach irgend einer der beschriebenen Methoden dargestellte Salpetersäure-Diazobenzol krystallisirt in weißen Nadeln, die oft die Länge von mehreren Zoll erreichen, außerordentlich leicht löslich in Wasser, schwerer in Alkohol und fast unlöslich in Aether, Benzol und Chloroform sind. Man kann es ohne Gefahr über Schwefelsäure trocknen und in diesem Zustande viele Wochen lang, ohne daß es eine Veränderung erleidet, aufbewahren. Bei sehr langem Liegen an freier Luft wird es nach und nach vollständig in eine braune, amorphe, in Alkalien lösliche Substanz verwandelt. Schon beim gelinden Erhitzen explodirt es, und zwar bei weitem heftiger wie selbst Knallquecksilber oder Jodstickstoff. Selbst eine verhältnißmäßig geringe Menge, (etwa 1 Grm.) verursacht dabei einen Knall wie ein starker Pistolenschuß. Die zerstörende Wirkung dieser Explosion ist ebenfalls ohne Analogie. So wie durch Erhitzen wird die Zersetzung auch durch Stoß und Druch bewirkt. Die kleinsten Stäubchen auf den Fußboden gestreut detoniren beim Zertreten, zum Theil unter Feuerscheinung und mit größter Lebhaftigkeit. Diese Eigenschaften des Salpetersäure-Diazobenzols gebieten natürlich die größte Vorsicht in der Handhabung desselben, und lassen es kaum möglich erscheinen, seine Zusammensetzung in gewöhnlicher Weise durch die Verbrennungsanalyse zu ermitteln. Ich bin hiervon übrigens um so lieber abgestanden, als ich Gelegenheit hatte, ähnlich constituirte, aber weniger zum Explodiren geneigte Körper nach den gangbaren Methoden zu analysiren. Außerdem aber liefert auch die Umsetzung, welche das Salpetersäure-Diazobenzol beim Kochen seiner wässrigen Lösung erleidet, wobei es unter Mitwirkung des Wassers in Phenylsäure, Stickstoff und Salpetersäure zerfällt, sichere Anhaltspunkte, um die Zusammensetzung desselben zu erschließen. Ich habe die Menge des Stickstoffs und der Salpetersäure quantitativ bestimmt.

0,605 Grm., in Wasser gelöst, gaben beim Kochen in einem durch Kohlensäure luftleer gemachten Kolben, aus welchem die Gase in ein mit Kalilauge gefülltes Meßrohr entwichen, 80,4 Cubikcentimeter Stickstoff von 0° und 760 mm Druck = 0,101 Grm. Bei der Annahme, daß das Salpetersäure-Diazobenzol nach der Formel  $C_6H_4N_2, NHO_3$  zusammengesetzt ist, kann diese Zersetzung durch nachstehende Gleichung ausgedrückt werden:



Hiernach müßten frei werden  
N 16,77

Gefunden  
16,70

0,492 Grm., durch Kochen mit Wasser zersetzt, verbrauchten zur Neutralisation 29,5 Cubikcentimeter Zehntelnormalalkalilösung, entsprechend 0,185 Grm.  $NHO_3$ .

	Berechnet		Gefunden
$C_6H_4N_2$ .....	104	62,27	—
$NHO_3$ .....	63	37,73	37,77
	167	100,00	

### RADIUM.†

*Ra. Atomgewicht 225 (?)*.

H. DANNEEL.

Darstellung. Das metallische Radium ist bisher nicht dargestellt worden. Einmal ist noch nicht eine solche Menge Radiumsalz hergestellt worden dass sich die Elektrolyse des geschmolzenen Salzes durchführen liesse, und dann ist auch das Radium noch elektropositiver als das Barium, wird sich also noch schwieriger als dieses abscheiden lassen. Im übrigen sind auch elektrochemische studien an Radium nur zu dem Zweck gemacht worden, um seine schwierige Trennung von Barium zu erleichtern.

Der erste, der eine indirekte elektrolytische, aber, wie bisher

\* A name formerly given to phenol.

† *Handbuch der Elektrochemie*, I. Teil, Seite 270. Wilhelm Knapp, Halle a/S.

alle anderen, nur eine partielle Trennung des Baryum von Radium erreichte, war Marckwald. Er liess Na-Amalgam auf eine konzentrierte wässrige Lösung des  $\text{RaCl}_2$ - $\text{BaCl}_2$ -Gemenges wirken. Die  $\text{H}_2$ -Entwicklung ist verhältnässig gering, und es entsteht ein Ra-Ba-Amalgam, welches Ra in relativ grösserer Menge enthält als Ba. Das aus dem Amalgam mit HCl gewonnene Chlorid war dedeutend radioaktiver, als das Ausgangsgemisch.<sup>1</sup> Die Versuche sind, abgesehen davon, dass dies der bis dahin einfachste Weg zur Anreicherung von Ba-Lösungen an Ra ist, dadurch besonders interessant, weil das Ra demnach bei der Amalgambildung ein scheinbar edleres (elektronegativeres) Verhalten zeigt, als das Ba, während nach der Stellung im periodischen System das Ra das elektropositivste Metall der Erdalkalireihe ist. Es muss also die freie Energie der Legierungsbildung mit zunehmendem Atomgewicht wachsen, eine Frage, die der Untersuchung wert ist, und diese Tendenz zu Legierungsbildung muss die Abscheidungsspannung der Metalle umkehren.

Eine direkte elektroanalytische Trennung versuchte Wedekind. Er elektrolysierte in einem kleinen Glaszylinder, in dessen Boden ein Platindraht eingeschmolzen war, der mit einem grossen Quecksilbertropfen bedeckt wurde, eine Radium-Bariumchloridlösung, aus rohem Radium-Bariumkarbonat frisch hergestellt; Anode war ein Platindraht in einem Glasrohr, aus dem das Chlor fortdauernd abgesaugt wurde. Temperatur  $20^\circ$  (Wasserkühlung<sup>2</sup>), Spannung 2-6 Volt. Der Hg-Tropfen wurde nach einstündiger Elektrolyse mit 0,1-0,3 Amp. durch einen neuen ersetzt, und das 8 mal, und die so gewonnenen 8 Fraktionen auf Radioaktivität geprüft. Es zeigte sich, dass die ersten Fraktionen ganz erheblich aktiveres Salz bei der Auflösung in HCl gaben, als die späteren und als das Ausgangsmaterial.

Auch Coehn hat fast gleichzeitig die Gewinnung von Radiumamalgam beschrieben. Er versuchte zuerst die elektrolytische Abscheidung auf einer Pt-Kathode aus einer Lösung von Radium-Bariumbromid in Alkohol, Aceton oder Pyridin; die Elektroden wurden zwar aktiv, aber es war nur induzierte Aktivität, da dieselbe in wenigen Tagen nach Null abnahm. Eine Quecksilber-

kathode in wässriger Lösung dagegen nahm eine Aktivität an, die entsprechend dem Verhalten aller Radiumpräparate zuerst schwach war, aber während mehrerer Tage bis zu einem Maximum stieg, wo sie konstant blieb. Durch Auflösen des Amalgams erhält man stark aktives Bromid. Amalgamiertes Platin als Kathode ist nicht sehr geeignet, weil Platin für Wasserstoff nur eine geringe Überspannung hat und eventuelle von Hg frei gebliebene Stellen die Wasserstoffentwicklung zu Ungunsten der Amalgambildung fördern. Sehr gut eignet sich amalgamiertes Zink. Die Platinanode wird ebenfalls aktiv, aber induziert aktiv. Besser bewährt sich übrigens eine Silberdrahtnetzanode, die das Brom bindet. Noch leichter als aus wässriger Lösung gelingt die Ra-Abscheidung an Hg-Kathoden aus einer alkoholischen Ra-Ba-Bromidlösung.

### SIR HUMPHRY DAVY.\*

DR. AUGUST HELLER.

Sir Humphry Davy, geboren den 17. Dezember 1778 zu Penzance, gestorben den 29. Mai 1829 zu Genf, war der Sohn eines Holzschnitzers. Zuerst war er Lehrling bei einem Chirurgen, der auch Apotheker war, dann Chemiker, später Professor der Chemie an der Royal Institution zu London, von 1820 bis 1827 Präsident der Royal Society. Davy bekannte sich<sup>1</sup> am Anfange seiner Forschungen über Galvanismus zur Oxydationstheorie. In seiner *Bakerian Lecture* vom 20. November 1800<sup>†</sup> nahm er eine, zwischen der Contacttheorie und der chemischen Theorie vermittelnde, Stellung ein. Die französische Akademie ertheilte ihm im Jahre 1808 für diese Vorlesung den zweiten der, von Napoleon gestifteten, galvanischen Preise. Diese Untersuchungen bahnten ihm den Weg zu der unmittelbar hierauf folgenden wichtigen Entdeckung der Metalle der Alkalien durch den gal-

\* *Geschichte der Physik*, Band II, Seite 642. Ferdinand Enke, Stuttgart.

<sup>†</sup> *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. I.

vanischen Strom. In seinen *Bakerian Lectures* vom 12. und 19. November 1807 beschreibt er die Entdeckung des Kaliums und Natriums auf galvanischen Wege. Im Jahre 1821 las er vor der Royal Society eine Abhandlung über die durch Elektrizität hervorgerufenen magnetischen Erscheinungen, wobei er eine Reihe von interessanten Versuchen über das Leitungsvermögen der Körper anführte. Er fand, dass die Temperatur des Leiters von grossen Einflusse auf dieses Vermögen sei, und dass das Mittel, welches den Leiter umgibt, bezüglich der durch den Strom in demselben verursachten Hitze ebenfalls in Betracht komme. Davy war wohl der erste, der den Lichtbogen zwischen zwei Kohlenspitzen an der Unterbrechungsstelle einer kräftigen Batterie beobachtete. Seine Säule bestand aus 2000 Volta'schen Elementen, der Lichtbogen hatte im Maximum fast die Länge eines Decimeters. Er machte ferner die Entdeckung, dass dieser Feuerbogen durch die Pole eines starken Magneten angezogen und abgestossen werde und in rotirende Bewegung versetzt werden könne. Davy wies auch die magnetisirende Wirkung der Reibungselektricität nach. Ferner gab er eine Art von chemischer Telegraphie an, welche jedoch praktisch nie verwendet wurde. Er stellte zahlreiche Versuche darüber an, wie man die Kupfer und Eisenbeschläge der Schiffe durch Anbringung von Metallen, welche unter Einwirkung des Seewassers einen, gegen die zu schützenden Metallplatten gerichteten, galvanischen Strom geben sollen, vor den Angriffen des salzhaltigen Seewassers schützen könne. Er nannte diese Vorrichtungen Protectoren. dieselben werden auch bei Salzsiedepfannen und Wasserleitungen verwendet. Davy lieferte kurze Zeit nach Rumford's Versuchen über die Wärmeerzeugung durch mechanische Arbeit einen andern Beweis für diese Behauptung, indem er zwei Eisstücke unter der Luftpumpe auf einander rieb und diese zum Schmelzen brachte. Schliesslich erwähnen wir noch seiner Erfindung der Sicherheitslampe für Bergwerke. Seine gesammelten Werke, *The Collected Works of Sir Humphry Davy*, edited by his brother John Davy, 10 vols., London 1839-41, enthalten die lange Reihe der vielfachen



und vielseitigen Untersuchungen dieses bedeutenden Forschers auf dem Gebiete der experimentirenden Wissenschaft.

### CLAUDE-LOUIS GRAF BERTHOLLET.\*

DR. AUGUST HELLER.

Claude-Louis Graf Berthollet, geboren den 9. November 1748 zu Talloire in Savoyen, gestorben am 6. November 1822 zu Arcueil bei Paris, war Professor an der Normalschule und an der polytechnischen Schule. Er war Senator, später Mitglied der Pariser Kammer, Graf und Grossoffizier der Ehrenlegion. Berthollet führte eine Reihe wichtiger Untersuchungen über die Blausäure, den Schwefelwasserstoff und das Ammoniak aus, von ihm rührt die Anwendung des Chlors als Bleichmittel her. Er entdeckte das Silberoxyd-Ammoniak, das Berthollet'sche Knallpulver. Berthollet war der irrigen Ansicht, dass die Verbindung zweier Stoffe innerhalb gewisser Grenzen in beliebigen Verhältnissen stattfinden könne, welche Ansicht von Proust mit Recht bekämpft wurde. Von seinen zahlreichen Schriften führen wir bloss sein: *Essai de statique chimique* (2 Bände, Paris 1803) an, dessen ersten Entwurf er als Begleiter Napoleon's auf der Expedition nach Aegypten im Juli 1799 dem ägyptischen Institute zu Kairo vortrug.

### KARL WILHELM SCHEELE.†

DR. AUGUST HELLER.

Karl Wilhelm Scheele, geboren den 9. December 1742 zu Stralsund, gestorben 21. Mai 1786 zu Köping in Schweden, war Apothekers Gehülfe in Malmö, Stockholm und Upsala, endlich Besitzer einer Apotheke zu Köping. Scheele war einer der geschicktesten und glücklichsten Chemiker, der eine lange Reihe neuer Stoffe entdeckte und deren Darstellung zuerst beschrieb.

---

\* *Geschichte der Physik*, Band II, Seite 526. Ferdinand Enke, Stuttgart.

† *Geschichte der Physik*, Band II, Seite 526. Ferdinand Enke, Stuttgart.

Er untersuchte die schwedischen Braunsteine und entdeckte hierbei das Chlor, das Mangan und die Baryterde. Er untersuchte zuerst die wichtigsten Pflanzensäuren; die Wein-, Citronen-, Äpfel-, Gerb- und Kleesäure u. s. f. Ausser diesen entdeckte er die Harnsäure, Milchsäure, die Säuren des Molybdäns und Wolframs, die Blausäure. Mit Priestley gleichzeitig ermittelt er die Zusammensetzung der Luft aus „Feuerluft“ und einen Gase, das leichter ist als die Luft, und die Verbrennung nicht unterhält. Er kennt schon die Constitution des Ammoniakgases und des Schwefelwasserstoffes. Er stellt das Glycerin zuerst dar und erfindet eine grüne Farbe; das Scheele'sche Grün. Scheele ist ein sehr glücklicher praktischer Chemiker, jedoch kein glücklicher Theoretiker, wie dies aus seiner mangelhaften Vorbildung theilweise begreiflich ist. Seine gesammelten Werke erschienen unter dem Titel: K. W. Scheele's sämtliche physikalische und chemische Werke, herausgegeben von S. F. Hermbstädt, 2 Bände, 8, Berlin 1793.

## Notes

---

- Page 6.—1. in der Regel, commonly.  
2. Auf Wasserstoff bezogen, referred to hydrogen.
- Page 7.—1. an der Luft, in air.
- Page 10.—1. Stahlschienenfabrikation, steel rail manufacture.
- Page 17.—1. Wenn . . . , so . . . This sentence illustrates a form of expression common in technical literature. The so is not to be translated.
- Page 26.—1. zu Chlorwasserstoff, to form hydrogen chloride. A form of expression common in chemical literature.
- Page 31.—1. belletristischen Blätter, periodicals devoted to belles lettres.  
2. Gesellschaft mit beschränkter Haftung, limited corporation, usually abbreviated to G. m. b. H.
- Page 32.—1. im grossen, wholesale; im kleinen, retail.  
2. Kammeräure, chamber acid. Sulphuric acid from the leaden chambers and before boiling down in the leaden pans.
- Page 33.—1. Auswahlsendungen, a shipment from which a choice is to be made by a customer.
- Page 41.—1. See note 1 to page 17.
- Page 45.—1. spurenweise, only in traces.
- Page 48.—1. in Abzug zu bringen, to be deducted.  
2. In the description of a process the verbs in the several short clauses may be used with omission of the objects when the meaning is not thereby affected.
- Page 55.—1. kann auch substituierend darauf einwirken, can also react upon it substitutingly.
- Page 56.—1. hermetische, relating to Hermes, a mythological character, famed as the reputed author of many lost books upon alchemy, to whom the alchemists looked back reverently for knowledge of their art.  
2. arabisirt, made into Arabic.
- Page 57.—1. zu Gold machen, made into gold.
- Page 58.—1. unter sich nicht einig, not in accord.
- Page 61.—1. von Grund aus, thoroughly, completely.  
2. fixirt, brought to a condition of fixedness, stability, refractoriness; i. e., to a condition approaching more to that of gold.
- Page 62.—1. dass diese Verbindung als bei anderen, that this union is more complete and intimate with some metals than with others.

- Page 63.—1. Silbersalpeter, silver nitrate.  
 2. Höhere Chemie, an attempt through a Berlin newspaper to revive alchemy upon a scientific basis by the formation of a society to investigate the claims of alchemists.
- Page 64.—1. wobey; seyn, old forms for wobei, sein.  
 2. frey, old form for frei.
- Page 65.—1. Albert Ladenburg (1842-1912), Professor of Chemistry in Kiel and later in Breslau. Author and investigator in organic chemistry.
- Page 66.—1. den Alten, the ancients.
- Page 67.—1. Hermann Kopp (1817-1897), Professor of Chemistry in Giessen and later in Heidelberg. An authority on Chemical history and pioneer in Physical Chemistry.
- Page 68.—1. Wir fassen . . . in's Auge, we will begin by considering the former of these.
- Page 69.—1. salzbildungsfähigen Erden, earthy substances capable of forming salts.
- Page 70.—1. Boraxsäure, boric acid. Compare with Salzsäure and Salpetersäure, terms still regularly in use.  
 2. Metallkalke, metallic calces, oxides.  
 3. Mischung, composition.  
 4. Joachim Biehringer, Professor of Chemistry, Polytechnic School, Braunschweig.
- Page 74.—1. Vierziger Jahren, the years between 1840 and 1850, the forties.
- Page 76.—1. lassen sich . . . ins Feld führen, may be mentioned.
- Page 77.—1. Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), Professor of Chemistry in Upsala and later in Stockholm. An investigator of unrivaled ability and famous for his contributions to science. His electrochemical theory of salts was accepted for more than half a century. Friedrich Wöhler (1800-1882), Professor of Chemistry in Göttingen. Famous for the synthesis of urea, the discovery of aluminum and many important researches.
- Page 78.—1. Respect zu melden, to convey my respects.  
 2. Theodor de Saussure (1767-1845), Professor of Pharmacy in Zurich. Famous for researches in vegetable chemistry.
- Page 80.—1. The "Dutch chemists," here called physicists, were famous investigators among early chemists, especially for the work described in this article.  
 2. mit einer öhligen Flamme, with the flame of an oil, i. e., with a bright flame.
- Page 80.—3. Schwefeläther, sulphuric ether, ether.

- Page 81.—1. Luft, this name was applied to all gases as well as to air.  
 2. Schwefelsaures Gas, sulphurous anhydride.
- Page 82.—1. schwefelhaltiges Wasserstoffgas, hydrogen sulphide.
- Page 83.—1. Johann W. Döbereiner (1780-1849), Professor of Chemistry in Jena. Famous for his work upon the triads, which was important later in connection with the development of the periodic law. Berzelius' atomic weights, cited in this article, are remarkable for their close agreement with more recent determinations. Berzelius used oxygen as his standard, assigning it the value 100. Döbereiner in his article uses sometimes the hydrogen (= 1) standard and at other times the oxygen (= 100) standard.
- Page 84.—1. Isomorphologie, for Isomorphismus.
- Page 86.—1. Owing to wrong assumptions as to atomic weights of certain elements the symbols of their oxides were different from those now in use.  
 2. Cerarium, a name proposed originally for the metal now called cerium.
- Page 87.—1. Pluran was the name proposed by Osann in 1828 for a supposed new metal which was later called Ruthenium by Claus, who completed the discovery in 1845; the name was derived from platinum and Ural.  
 2. Platinum and iridium were supposed to have the same atomic weight.
- Page 88.—1. Berzelius' method for the determination of carbon in iron and steel formed the basis for the common practice in iron and steel works throughout the world.  
 2. Sicherheitshalber, for the sake of safety.
- Page 89.—1. schwefelgebundener Wasserstoff, an old form for Schwefelwasserstoff, hydrogen sulphide.
- Page 91.—1. Kiesel, silicium.
- Page 97.—1. an den Tag zu legen, to make clear, to explain.
- Page 98.—1. *Cremor Tartari*, cream of tartar.
- Page 99.—1. mir zu Gebote stand, stood at my disposal.
- Page 100.—1. schmelzt, an old form for schmilzt.  
 2. Blumen, in allusion to flowers of sulphur.
- Page 101.—1. geschmolztem, for geschmolzenem.
- Page 103.—1. auf trockenem Weg, in the dry way..
- Page 104.—1. Leichtflüssigkeit, fusibility.
- Page 105.—1. Torbern Bergmann, (1735-1784), Professor of Chemistry in Upsala.  
 2. Johann Gottlieb Gahn (1745-1818), Mining Engineer in Stockholm.  
 3. auf nassem Wege, in the wet way.

Page 107.—1. *gestrichen*, used in the sense of *angestrichen*, struck out, expunged.

See note 2 to page 78.

3. *Johannes Wialicenus*, (1835-1885), Professor of Chemistry successively in *Leipzig*, *Zürich* and *Würzburg*. Known especially for his investigations upon the lactic acids  
     、 which proved of importance in connection with the work of *le Bel* and *van't Hoff*.

Page 110.—1. *Victor Meyer* (1848-1897), Professor of Chemistry in *Heidelberg*. Famous for researches in organic chemistry. Discoverer of *thiophene*. *Paul Jacobson*, Professor of Chemistry in *Heidelberg*. An author and investigator in chemistry.

Page 111.—1. *feuriger Schwaden*, blower in coal mine.

Page 115.—1. *August Kekulé* (1829-1896), Professor of Chemistry in *Ghent* and later in *Bonn*. Famous as the author of the benzene theory (1859) which has become fundamental to chemical science.

Page 116.—1. *mitschleppten*, dragged along.

Page 117.—1. *Nährboden*, nourishment.

2. *Carl Engler*, Professor of Chemistry in *Karlsruhe*. Famous for his contributions to the chemical geology of petroleum.

Page 118.—1. *Bitumen*, a term used generally in German and French to include the various products of oil and gas wells as well as solid bitumen.

2. *denn es traf sich . . . mit Versuchen*, for this expression of opinion agreed by chance coincidence with experiments . . .
3. *im Begriff stehen*, to be on the point of . . .
4. *braunblanker*, clear brown.

Page 119.—1. *mitfortgerrissen*, carried over mechanically.

2. *stechend*, pungent.

Page 122.—1. *Bromsubstitutionsprodukt*, bromine substitution product.

2. *Der Weg, welchen ich einschlug*, the plan I followed.

Page 126.—1. *Karl Elbs*, Professor of Chemistry in *Freiburg*.

Page 128.—1. *zum Ersatz*, to compensate for loss by evaporation.

Page 129.—1. *Gespanntem Wasserdampf*, steam under pressure.

2. *Rudolph Knietsch*, Chemist to the *Badische Anilin- und Soda-fabrik*.

Page 130.—1. *Zur Anwendung bringen*, to bring into use, to apply.

- Page 133.—1. Die Ausbildung . . . Verfahren, the working out of a process as above described in general terms.
- Page 134.—1. mehrerwähnten, more talked of . . .
- Page 140.—1. Wilhelm Vaubel, Professor of Chemistry, Polytechnische Hochschule in Darmstadt.
- Page 141.—1. des vom Wasser umspülten Theils, of the part exposed to water.
- Page 142.—1. H. Nissenson, Director of the Laboratories, Aktiengesellschaft zu Stolberg.
- Page 143.—1. Lichtanlage, lighting plant.  
2. Sicherung, safety device.
- Page 145.—1. Asche, a term used in the trade for partly oxidized tin scrap.
- Page 146.—1. Julius Ephraim, Patent Lawyer in Berlin.
- Page 147.—1. Stoffpatent, product patent.
- Page 148.—1. Lizenzzwang, requirement that the owner of a patent shall grant license to use the patent right to others when the product is one having important applications likely to be of public benefit.
- Page 149.—1. die man wohl . . . setzen können, which we can scarcely ascribe to.  
2. im umgekehrten Verhältniss, in inverse proportion.
- Page 150.—1. so ergibt sich, it results that.
- Page 152.—1. mit der umgebenden Flüssigkeit, with the surrounding fluid.
- Page 153.—1. im Einzelfalle, in each particular case.  
2. Lothar Meyer, formerly Professor of Chemistry in Tübingen. Known for his work upon atomic weights and the periodic law. Dr. E. Rimbach, Professor of Chemistry in Bonn. Known as an author and investigator in chemistry.  
3. Eilhard Mitscherlich (1794-1863). Known as the discoverer of isomorphism and as an investigator.
- Page 155.—1. Isomorphien, cases of isomorphism.
- Page 159.—1. deckt sich im . . . mit, coincides with.
- Page 161.—1. Sachverständiger, expert by appointment.
- Page 162.—1. treigestellt, optional.
- Page 165.—1. kommt zum Vorschein, becomes prominent.
- Page 166.—1. Dr. Hans Jahn (1853-1911), Professor in Berlin.  
2. Gesetzt . . . ob, let the case be assumed that it is necessary.
- Page 168.—1. Dr. Gustav Schultz, Professor of Chemical Technology, Polytechnic School, Munich.
- Page 170.—1. Thierversuchen, experiments upon animals.

- Page 172.—1. **Hans Landolt** (1831-1912), Professor of Chemistry in Berlin. Known as an investigator and author upon physical chemistry. **Jules. A le Bel**, known for his work in stereochemistry.
2. **Jacobus H. van't Hoff** (1850-1911), Professor of Chemistry in Amsterdam. Known for his researches in physical chemistry and stereochemistry, more especially the relationships between chemical constitution and optical rotatory power.
- Page 176.—1. **hat sich . . . herausgestellt**, has shown itself to be incorrect.
- Page 177.—1. **W. Schüle**, Professor in the Royal Engineering School in Breslau.
- Page 180.—1. **Peter Griess** (1829-1888), known chiefly for his discovery of the diazo compounds.
2. **Der Reihe nach**, successively.
- Page 181.—1. The names of esters and salts of organic bases are often expressed as compound nouns, the acid retaining its substantive character and *umlaut*.
- Page 185.—1. **Ausgangsgemisch**, original mixture.
2. **Wasserkühlung**, cooling by water.
- Page 186.—1. **Bekannte sich zur Oxydationstheorie**, declared himself a believer in . . .



## Vocabulary of Chemical Terms and Others Used in German Chemical Literature

The purpose of the vocabulary is to furnish the English meanings of the more common technical terms used in German chemical literature. With these have been included various terms, which, although not strictly technical, have their uses chiefly in pure and applied science, and also certain non-technical words found in the preceding articles, which are of the common language, but of somewhat infrequent use in non-technical literature. Technical terms are, however, predominant.

The student of German scientific literature should have a good knowledge of the common words of the language and should own a general German dictionary.

Where, owing to present usage, two different spellings are possible for the same word, both are given and it is to be noted that in such cases the *wissenschaftliche* takes precedence of the *volkstümliche Schreibweise*. The former of these corresponds to the practice of the *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, the *Annalen der Chemie* and the *chemisches Zentralblatt*.

The following abbreviations are used:—

f., feminine.	obs., obsolete.
i., intransitive.	pl., plural.
m., masculine.	p. p., past participle.
n., neuter.	t., transitive.

### A

**Abbau**, *m.*, the working of a mine.

**Abdampf**, *m.*, exhaust steam.

**abdampfen**, *t.* and *i.*, to evaporate, to cause to evaporate.

**Abdampfrückstand**, *m.*, -stände, residue on evaporation of a solution.

**Abdampfschale**, *f.*, -n, evaporating dish.

**Abdampfung**, *f.*, evaporation.

**Abdampfungsrückstand**, *m.*, -stände; see **Abdampfrückstand**.

**Abfallstoff**, *m.*, -e, waste product.

**abgesehen von** . . . , aside from . . .

**abgrenzen**, *t.*, to limit, to define.

**abhängig**, dependent.

**Abhandlung**, *f.*, -en, essay, paper.

**abhebern**, *t.*, to siphon off.

**Abkommen**, *n.*, -, agreement.

**Abkömmling**, *m.*, -e, derivative.

**Ablauf**, *m.*, expiration of a process or period.

- Ablauge**, *f.*, -*n*., waste liquor (from a manufacturing process).  
**ablehnen**, *t.*, to refuse, to decline.  
**Ableseung**, *f.*, -*en*, reading, observation of a measuring instrument (*e. g.*, of a thermometer).  
**Absatz**, *m.*, -*sätze*, deposit from water.  
**Abschnitt**, *m.*, -*e*, cut; section, paragraph or extract from a book or other publication.  
**abschrecken**, *t.*, to quench, to chill in a liquid, as in the process of hardening steel.  
**absehen**, *i.*, to leave out of consideration.  
**Absorptionsstreifen**, *m.*, -, absorption band (spectrum analysis).  
**Absperrflüssigkeit**, *f.*, -*en*, confining fluid (*e. g.*, as used in a Hempel gas apparatus).  
**Abstrich**, *m.*, impure litharge produced in cupellation of lead.  
**abstumpfen**, *t.*, to dull; to neutralize (an acid by an alkali).  
**Abteilung**, *f.*, -*en*, department; division.  
**abtreiben**, *t.*, to drive off; to cupel (metallurgy).  
**abtropfen**, *i.*, to fall in drops.  
**abtun**, *t.*, to bring to a final issue; to settle finally.  
**abwägen**, *t.*, to weigh off.  
**Abwasser**, *n.*, sewage; waste liquor from a manufacturing process.  
**abweichen**, *i.*, *von*, to deviate from.  
**abweisen**, *t.*, to refuse.  
**abziehen**, *t.*, to draw from; to subtract.  
**Abzug**, *m.*, -*züge*, deduction; hood (laboratory); in **Abzug bringen**, to deduct from.  
**Acetessigäther**, *m.*, acetoacetic ester.  
**Acetessigester**, *m.*,  
**Acetylen**, **Azetylen**, *n.*, acetylene.  
**acetylieren**, **azetylieren**, *t.*, to introduce an acetyl radical.  
**Achat**, *m.*, agate.  
**Achatmörser**, *m.*, -, agate mortar.  
**Asche**, *f.*, *n.*, axle, axis.  
**Achsenverhältnis**, *n.*, -*se*, axial ratio, mineralogy.  
**Achsenwinkel**, *m.*, -, axial angle (mineralogy).  
**achtbar**, estimable, deserving of respect.  
**Ader**, *f.*, -*n*., vein (mining or physiology).  
**Äpfelsäure**, *f.*, so written in "Berichte," but frequently spelled **Apfelsäure**) malic acid.  
**Äthan**, *n.*, ethane.  
**Äther**, *m.*, ether.  
**ätherisch**, ethereal.  
**Äthyl**, *n.*, ethyl.

- Äthlen**, *n.*, ethylene.  
**ätz**, (used only in composition) caustic; corrosive.  
**Ätzalkali**, *n.*, -*ien*, caustic alkali.  
**Ätzkali**, *n.*, caustic potash.  
**Ätzsublimat**, *n.*, corrosive sublimate, mercuric chloride.  
**äussern**, *t.*, to express, *sich äussern*, to express one's opinion.  
**Afterkristall**, *m.*, -*e*, pseudomorph.  
**ahnen**, *t.*, to predict, to anticipate.  
**Ahornzucker**, *m.*, maple sugar.  
**aichen**, see *eichen*.  
**Aichung**, see *Eichung*.  
**Aktivität**, *f.*, activity.  
**Alum**, *m.*, alum.  
**Alaunerde**, *f.*, alumina.  
**Alkali**, *n.*, -*ien*, alkali.  
**alkalisch**, alkaline.  
**Alkaloid**, *n.*, -*e*, alkaloid.  
**Allotropie**, *f.*, allotropism.  
**allotropisch**, allotropic.  
**Amalgam**, *n.*, -*e*, amalgam.  
**amalgamieren**, *t.*, to amalgamate.  
**Ameisensäure**, *f.*, formic acid.  
**Ammoniak**, *n.*, ammonia.  
**Amorph**, amorphous.  
**amtlich**, official.  
**Analysator**, *m.*, -*en*, analyzer; Nicol prism used in the study of polarized light.  
**Analyse**, *f.*, -*n*, analysis.  
**analysieren**, *t.*, to analyze.  
**Analytiker**, *m.*, -, analyst.  
**anbelangen**, *t.*, to relate to.  
**Anerkennung**, *f.*, recognition.  
**Anfänger**, *m.*, -, beginner.  
**Anflug**, *m.*, -*üge*, coating, sublimate.  
**Anforderung**, *f.*, -*en*, claim, requirement.  
**anführen**, *t.*, to lead on; **Gründe anführen**, to cite reasons.  
**Angabe**, *f.*, -*n*, statement, mention.  
**Angelegenheit**, *f.*, -*en*, affair, transaction.  
**angenähert**, approximate.  
**angepaßt**, appropriate, suitable.  
**angesichts**, in the presence of; in consideration of.  
**angreifen**, *t.*, to attack.  
**Angriff**, *m.*, -*e*, attack; **in Angriff nehmen**, to take in hand, to begin.

# CHEMICAL, GERMAN

Anhänger, *m.*, -, adherent, follower.

Anhalt, *m.*, support.

Anhaltspunkt, *m.*, -punkte, stopping place; criterion.

Anhydrid, *f.*, -e, anhydride.

Anlage, *f.*, -n, factory, plant; aptitude, faculty for.

Anlaß, *m.*, -lässe, motive; cause, inducement.

anlaufen, *i.*, to become tarnished or dull (of a metal)

Anleitung, *f.*, -en, guidance; introduction, textbook.

annähern, *t.*, to approach.

annähernd, approximate.

Annahme, *f.*, -n, assumption, hypothesis.

Anodendichte, *f.*, anode density.

Anordnung, *f.*, arrangement (*e. g.*, of the atoms in a molecule).

anorganisch, inorganic.

anrühren, *t.*, to stir.

ansäuern, *t.*, to acidulate.

Anschauungsweise, *f.*, mode of viewing; view.

anschießen, *i.*, to shoot; to separate from a liquid in crystals.

Ansicht, *f.*, -en, opinion.

Anstand, *m.*, nehmen, to delay; to hesitate.

anstellen, *t.*, to appoint, to institute; einen Versuch anstellen, to make an experiment.

Anstoß, *m.*, -stöße, impulse.

Anstrich, *m.*, paint.

Anteil, *m.*, -e, share; portion.

Antimon, *n.*, antimony.

Antimonsäure, *f.*, antimonic acid.

Antipoden, *pl.*, optically isomeric bodies showing exactly opposite rotation of the polarized light ray.

antiquarisch, pertaining to an old book store, second hand.

Anwendbarkeit, *f.*, applicability.

anwenden, *t.*, to apply.

Anziehung, *f.*, attraction, affinity.

Apotheker, *m.*, -, apothecary.

Apparat, *m.*, -e, apparatus.

Apparatur, *f.*, system of apparatus, apparatus equipment.

Arabinsäure, *f.*, arabic acid.

Arbitrium, *n.*, arbitrament.

Areometer, *n.*, -, hydrometer.

Arsen, *n.*, arsenic.

arsenige Säure, arsenious acid.

Arsenik, *m.*, arsenious oxide; formerly used both for the element and its oxide.

- Arsenikkies**, *m.*, arsenopyrite.  
**Arsensäure**, *f.*, arsenic acid.  
**Arsenwasserstoff**, *m.*, arsine.  
**Art**, *f.*, -en, kind, species.  
**Asbest**, *m.*, asbestos.  
**Asche**, *f.*, -n, ashes, ash.  
**Aschenbestandteil**, *m.*, -e, ash constituent.  
**Astronom**, *m.*, -en, astronomer.  
**asymmetrisch**, asymmetric (stereo-chemistry).  
**Atmung**, *f.*, respiration.  
**Atom**, *n.*, -e, atom.  
**atomistisch**, atomic.  
**Auditorium**, *n.*, -ien, audience.  
**Auerbrenner**, *m.*, the illuminating burner invented by Auer von Welsbach and known in England and America as the Welsbach burner.  
**aufbewahren**, *t.*, to preserve, to keep.  
**aufbrausen**, *i.*, to effervesce.  
**Aufeinanderfolge**, *f.*, order of succession.  
**Aufenthalt**, *m.*, sojourn.  
**auffällig**, surprising, striking.  
**auffallen**, *i.*, to surprise.  
**auffangen**, *t.*, to take up; to collect (*e. g.*, a distillate).  
**Aufgabe**, *f.*, -n, problem; exercise.  
**aufhalten**, *t.*, to stop; to delay; **sich bei jemand aufhalten**, to sojourn with.  
**aufklären**, *t.*, to clear up a difficulty or problem.  
**auf löslich**, soluble.  
**aufmerksam**, observant, attentive.  
**aufmerksam machen auf**, to call one's attention to . . .  
**Aufmerksamkeit**, *f.*, attention.  
**Aufnahme**, *f.*, taking up, absorption (of a gas or fluid); exposure (photography).  
**Aufsatz**, *m.*, -sätze, an essay; an added part of a mechanism or vessel.  
**aufschäumen**, *i.*, to froth, to foam.  
**aufschlämmen**, *t.*, to elutriate.  
**aufschließen**, *t.*, to open; to decompose by fusion with a suitable flux (*e. g.*, a silicate by fusion mixture).  
**Aufschluß**, *m.*, -schlüsse, unlocking; explanation; disclosure.  
**Aufsicht**, *f.*, inspection, control.  
**auf tauchen**, *i.*, to spring up, to arise.  
**auf treten**, *i.*, to occur, to appear.  
**Auftrag**, *m.*, -träge, charge, task.  
**Auftrieb**, *m.*, buoyancy.  
**aufweisen**, *t.*, to produce, to exhibit.

- aufwiegen**, *t.*, to outweigh, to counterbalance.  
**aufzählen**, *t.*, to count up.  
**Augenblick**, *m.*, moment.  
**Ausatmungsluft**, *f.*, expired air.  
**Ausbeute**, *f.*, -*n*, profit; output.  
**Ausbildung**, *f.*, development; training.  
**Ausdauer**, *f.*, perseverance.  
**ausdehnen**, *t.*, to dilate; **sich ausdehnen**, to expand; to extend.  
**Ausdehnbarkeit**, *f.*, expansibility.  
**Ausdehnung**, *f.*, expansion.  
**ausfällen**, *t.*, to precipitate out from a solution.  
**Ausfertigung**, *f.*, construction, making.  
**ausführlich**, complete; detailed; thorough.  
**Ausführung**, *f.*, carrying out (of a process).  
**Ausgangsmaterial**, *n.*, -*ien*, raw material.  
**Ausgleich**, *m.*, balancing.  
**Ankunft**, *f.*, information.  
**auslaugen**, *t.*, to leach out.  
**Ausnahme**, *f.*, -*n*, exception.  
**ausreichen**, *i.*, to suffice.  
**aussalzen**, *t.*, to salt out, to separate an organic substance from a watery solution by the use of salt.  
**Ausscheidung**, *f.*, separation (of a substance as a product of a reaction).  
**Ausschluß**, *m.*, exclusion.  
**außen**, outside.  
**Aussicht**, *f.*, -*en*, view, prospect.  
**ausstossen**, *t.*, to throw out; to evolve (a gas).  
**Austrag**, *m.*, -*träge*, conclusion; issue.  
**ausüben**, *t.*, to practice (an art or profession); to exert (an influence).  
**auswittern**, *i.*, to undergo decomposition from weathering.  
**ausziehen**, *t.*, to extract (*e. g.*, a fat by means of ether).  
**Auszug**, *m.*, -*üge*, extract.  
**Autorenregister**, *n.*, author's index.  
**Autorität**, *f.*, -*en*, authority.  
**Azetylen**, *n.*, acetylene.

## B

- Ballon**, *m.*, -*s*, balloon; carboy; large glass flask.  
**Band**, *m.*, *Bände*, volume.  
**bar**, bare; genuine.  
**Barium**, *n.*,     } baryum. According to present usage *y* gives place to *i* in  
**Baryum**, *n.*,     } this name.  
**Barometerstand**, *m.*, barometric height.

- Baryt, *m.*, baryta, barium oxide (almost obs.).  
 Baryterde, *f.*, barium oxide (obs.).  
 Basis, *f.*, Basen, a basic substance, base (chemistry); basal plane of a crystal (mineralogy).  
 Baumaterial, *n.*, -ien, building material.  
 beblättert, having foliage (of a plant).  
 Becherglas, *n.*, -gläser, beaker.  
 bedauern, *t.*, to regret.  
 bedenklich, doubtful; hazardous.  
 bedeutsam, significant.  
 bedienen (sich eines Dings), to make use of.  
 Bedingung, *f.*, -en, condition, stipulation.  
 Bedürfnis, *n.*, -nisse, necessity.  
 beeinträchtigen, *t.*, to injure, to interfere with.  
 befassen, sich mit . . . , to occupy one's self with . . .  
 befeuchten, *t.*, to moisten.  
 begnügen, sich mit, to content one's self with.  
 begreifen, *t.*, to comprehend.  
 Begriff, *m.*, -e, idea, conception; im Begriff stehen, to be on the point of . . .  
 begründen, *t.*, to found, to establish; to prove.  
 behandeln, *t.*, to handle; to treat (with an acid, an alkali, etc.).  
 beharrlich, persevering, steadfast.  
 behaupten, *t.*, to assert, to affirm; to uphold.  
 Behuf, *m.*, behalf; zu diesem Behufe, for this purpose.  
 behufs, (with genitive) with a view to, in order to.  
 beibehalten, *t.*, to retain.  
 Beiblatt, *n.*, blätter, supplementary part or volume.  
 Beimengung, *f.*, admixture.  
 beimessen, *t.*, (dative) to attribute to.  
 Beispiel, *n.*, -e, example.  
 beispielsweise, for instance.  
 Beize, *f.*, -n, mordant.  
 beizen, *t.*, to corrode; to pickle (sheet iron as in tin plate manufacture); to mordant.  
 Bekenner, *m.*, -, confessor, follower.  
 Belang, *m.*, import, consequence.  
 Belastung, *f.*, load (of a balance).  
 Beleg, *m.*, -e, proof.  
 Beleganalyse, *f.*, -n, an analysis cited in proof of the correctness of a proposition or of an analytical method.  
 belegen, *t.*, to coat, to cover (*e. g.*, glass with silver); ein Kolleg belegen, to enroll for a course of lectures.

- beliebig, indefinite; discretionary.  
 bemerkenswert, worthy of remark.  
 bemerkenswert, neighboring.  
 benetzen, *t.*, to moisten.  
 Benzia, *n.*, petroleum benzine.  
 Benzoesäure, *f.*, benzoic acid.  
 Benzol, *n.*, benzene from coal-tar.  
 Benzolderivat, *n.*, -*s*, benzene derivative.  
 berechnen, *t.*, to calculate.  
 Bereich, *m.*, domain.  
 Bereicherung, *f.*, -*en*, enrichment.  
 Bereitung, *f.*, preparation (of a substance by a chemical process).  
 Bergkristall, *m.*, rock crystal.  
 berichtigen, *t.*, to correct.  
 Berliner Blau, *n.*, Prussian blue.  
 Bernstein, *m.*, amber.  
 Bernsteinsäure, *f.*, succinic acid.  
 berücksichtigen, *t.*, to have regard to, to take into account.  
 Berücksichtigung, *f.*, regard, consideration.  
 Berührung, *f.*, contact.  
 beruhen, *i.*, auf, to rest upon, to depend upon.  
 beschäftigen, sich mit, to occupy one's self with.  
 Beschaffenheit, *f.*, quality, condition.  
 beschicken, *t.*, to charge a furnace, a crucible, a combustion tube, etc.  
 Beschickung, *f.*, -*en*, charge of material used in a furnace, or in a combustion tube or crucible; the act of charging, etc.  
 Beschlag, *m.*, -*schläge*, coating (upon charcoal obtained in blowpipe analysis).  
 beschlagen, *t.*, to produce a coating (during sublimation or in blowpipe analysis).  
 beschließen, *i.*, to conclude, to resolve.  
 beschleunigen, *t.*, to accelerate.  
 Beschleunigung, *f.*, acceleration.  
 beschreiben, *t.*, to describe.  
 Beschwerungsmittel, *n.*, -, an adulterant used to cause increase of weight.  
 beseitigen, *t.*, to do away with, to remove.  
 Besonderheit, *f.*, -*en*, peculiarity.  
 Bessemerbirne, *f.*, -*n*, Bessemer converter.  
 bessemeren, *i.*, to apply the Bessemer process for the conversion of pig iron into steel.  
 beständig, continuous; constant; stable; not prone to undergo chemical change.  
 bestätigen, *t.*, to conform, to corroborate.



- Bestätigung**, *f.*, confirmation, corroboration.  
**Bestandteil**, *m.*, -e, constituent of a mixture or compound.  
**bestehen aus**, to consist of, to be composed of.  
**bestimmen**, *t.*, to determine; to determine quantitatively.  
**Bestimmung**, *f.*, -en, determination, stipulation, provision; quantitative determination.  
**bestreben**, *i.*, (sich), to strive for.  
**beteiligen**, *t.*, to share; **sich beteiligen an . . .**, to take a share in, to participate in.  
**Beteiligung**, *f.*, participation.  
**Betracht**, *m.*, consideration.  
**beträchtlich**, considerable.  
**betragen**, *t.*, to amount to.  
**Betragen**, *n.*, behavior.  
**Betrieb**, *m.*, management, carrying on of the technical work of a manufacturing business or process.  
**Beweis**, *m.*, -e, proof.  
**beweisen**, *t.*, to prove, to demonstrate.  
**Beweisführung**, *f.*, demonstration, proof.  
**bewerkstelligen**, *t.*, to effect, to accomplish.  
**bewirken**, *t.*, to cause, to occasion.  
**Bezeichnung**, *f.*, -en, designation, mark.  
**beziehen**, *t.*, to draw; to obtain; **es bezieht sich auf**, it relates to.  
**Beziehung**, *f.*, -en, relationship; reference.  
**Bezug**, *m.*, relationship, reference.  
**Bezugsquelle**, *f.*, -n, source of supply.  
**Bildung**, *f.*, formation of a substance as the result of a chemical change; education.  
**Bildungswärme**, *f.*, -n, heat of formation (of a compound).  
**Bimstein**, *m.*, pumice stone.  
**binär**, binary.  
**Bindekraft**, *f.*, combining power, affinity.  
**Biolog**, *m.*, -en, biologist.  
**Bittererde**, *f.*, magnesia (obs.).  
**Bittermandelöl**, *n.*, oil of bitter almonds, benzaldehyde.  
**Bittersalz**, *n.*, magnesium sulphate.  
**blättrig**, foliaceous (mineralogy).  
**blank**, shining, polished (of a metal); clear (of a liquid).  
**Blasebalg**, *m.*, -bälge, bellows.  
**blaß**, pale.  
**Blattgold**, *n.*, gold leaf.  
**Blattgrün**, *n.*, leaf green, chlorophyll.  
**Blauholz**, *n.*, logwood.

- Blausäure, *f.*, hydrocyanic acid.  
 Blech, *n.*, -*e*, sheet metal.  
 Blechmantel, *m.*, -*mäntel*, sheet metal covering or mantle.  
 Blei, *n.*, lead.  
 Bleiche, *f.*, the art of bleaching.  
 bleichen, *t.*, to bleach.  
 Bleicherei, *f.*, the art of bleaching, the process or practice of bleaching.  
 Bleichkalk, *m.*, bleaching salt.  
 Bleichmittel, *n.*, -, bleaching agent.  
 bleiern, leaden.  
 Bleiessig, *m.*, basic lead acetate.  
 Bleiglätte, *f.*, litharge.  
 Bleiglanz, *m.*, galenite, native lead sulphide.  
 Bleiglasur, *f.*, -*en*, lead glaze.  
 Bleikammer, *f.*, leaden chamber (for sulphuric acid manufacture).  
 Bleispat, *m.*, cerussite (mineralogy).  
 Bleiweiß, *n.*, white lead.  
 Bleisucker, *m.*, sugar of lead.  
 blendern, *t.*, to dazzle.  
 blicken, *i.*, to look; to brighten (of the silver button in cupellation).  
 Blutfarbstoff, *m.*, coloring matter of blood.  
 Blutlaugensalz, *n.*, gelbes, potassium ferrocyanide.  
 Blutlaugensalz, rotes, potassium ferricyanide.  
 Boden, *m.*, Böden, soil, bottom of a vessel.  
 Bogen, *m.*, Bögen, arch, arc (electricity); Papierbogen, sheet of paper.  
 Bohrloch, *n.*, -löcher, drill hole (of a gas or oil well).  
 Bombe, *f.*, -*n*, bomb; metal cylinder for holding compressed gases.  
 Bor, *n.*, boron.  
 Boraxperle, *f.*, -*n*, borax bead (blowpipe analysis).  
 Borsäure, *f.*, boric acid.  
 Bottich, *m.*, -*e*, a wooden vat.  
 bräuen, *i.*, to brew.  
 Brantwein, *m.*, brandy.  
 Brantweinbrennerei, *f.*, distillation of spirits; distillery.  
 Brauneisenstein, *m.*, -*e*, limonite.  
 Braunkohle, *f.*, -*n*, brown coal.  
 Braunstein, *m.*, pyrolusite.  
 Brechung, *f.*, refraction.  
 Brechungsexponent, *m.*, -*en*, index of refraction.  
 Brechweinstein, *m.*, tartar emetic.  
 Brei, *m.*, a paste-like mass.  
 brennbar, combustible.  
 Brennstoff, *m.*, -*e*, fuel.

- Brennwert**, *m.*, -*e*, calorific value expressed in calories.
- Brenz-**, used in composition in case of organic compounds, is equivalent to *pyro* in English, *e. g.*, **Brenztraubensäure**, pyroracemic acid.
- Brenzweinsäure**, *f.*, pyrotartaric acid.
- bröcklig**, brittle.
- Brom**, *n.*, bromine.
- bromieren**, *f.*, to brominate.
- Brommetall**, *n.*, -*e*, metallic bromide.
- Bromsäure**, *f.*, bromic acid.
- Bromüberträger**, *m.*, -, carrier of bromine, a substance which promotes the replacement of hydrogen in organic compounds by bromine.
- Bromür**, *n.*, lower bromide, -ous bromide.
- Bromwasserstoff**, *m.*, hydrogen bromide.
- Bromwasserstoffsäure**, *f.*, hydrobromic acid.
- Bromzahl**, *f.*, bromine number, the percentage weight of bromine absorbed by an oil as determined by special methods used in oil analysis.
- Bronze**, *f.*, an alloy containing copper and tin.
- Bronzefarbe**, *f.*, bronze color.
- Broschüre**, *f.*, -*n*, pamphlet.
- Bruch**, *m.*, fracture; character of a fractured surface (mineralogy).
- Bruchteil**, *m.*, -*e*, fraction.
- brüchig**, brittle.
- Bruttogewicht**, *n.*, gross weight (as opposed to net weight).
- Bundesrat**, *m.*, federal council.
- Bureau**, *n.*, -*s*, office.
- Buttersäure**, *f.*, butyric acid.

C is frequently replaced by k or z according to its sound. The words **Zyan**, **Salizylsäure**, **Azeton**, **Azetyl**, **Kalzium**, **Kurkuma**, **Karbonsäure**, **Konzentrieren**, **Silizium** and **Azetylen** are common in chemical literature but the spelling thus given is by no means universal.\*

**calcinieren**, **kalsinieren**, *t.*, to calcine.

**Calcium**, **Kalzium**, *n.*, calcium.

**capillar**, **kapillar**, capillary.

**Capillarität**, **Kapillarität**, *f.*, capillarity.

**Capronsäure**, **Kapronsäure**, *f.*, caproic acid.

**Carbolsäure**, **Karbolsäure**, *f.*, carbolic acid, phenol.

**Carbonsäure**, **Karbonsäure**, *f.*, carboxylic acid.

**carburieren**, **karburieren**, *t.*, to carburet.

**Cautel**, **Kautel**, *f.*, -*en*, precaution.

**Cerium**, **Cer**, **Zer**, *n.*, cerium.

\* See Page 2.

- Chamaëleon, *n.*, chameleon mineral, potassium permanganate (in allusion to the changes of color occurring on diluting the solution. Obs.).
- Chamotte, see Schamotte.
- Chemie, *f.*, chemistry.
- Chemikalien, chemical products, chemicals (used only in the plural).
- Chemiker, *m.*, -, chemist.
- Chemikerstelle, *f.*, -*n*., a chemist's position.
- chemisch, chemical.
- Chinasalkaloid, *n.*, -*e*, cinchona alkaloid.
- Chinarinde, *f.*, -*n*., cinchona bark.
- Chinasäure, *f.*, quinic acid.
- Chlor, *n.*, chlorine.
- Chlorhydrat, *n.*, hydrochloride.
- chlorieren, *t.*, to chlorinate.
- Chlorierung, *f.*, chlorination.
- chlorige Säure, chlorous acid.
- Chlorkalk, *m.*, chloride of lime, calcium hypochlorite.
- Chlormetall, *n.*, -*e*, metallic chloride.
- Chlorsäure, *f.*, chloric acid.
- Chlorür, *n.*, lower chloride, -ous chloride.
- Chlorverbindung, *f.*, -*en*, chlorine compound.
- Chlorwasser, *n.*, chlorine water.
- Chlorwasserstoff, *m.*, hydrogen chloride.
- Chlorwasserstoffsäure, *f.*, hydrochloric acid.
- Chrom, Chromium, *n.*, chromium.
- Chromalaun, *m.*, chrome alum.
- Chrombeize, *f.*, chrome mordant.
- Chromeisenstein, *m.*, chrome iron ore, chromite.
- Chromgelb, *n.*, chrome yellow.
- Chromsäure, *f.*, chromic acid.
- Citronensäure, Zitronensäure, *f.*, citric acid.
- coagulieren, koagulieren, *t.*, to coagulate.
- Coagulationsmittel, Koagulationsmittel, *n.*, -, coagulant.
- Colloidum, Kolloidium, *n.*, collodion.
- Colophonium, Kolophonium, *n.*, colophony.
- concentrieren, konzentrieren, *t.*, to concentrate.
- Condensator, Kondensator, *m.*, condenser.
- condensieren, kondensieren, *t.* and *i.*, to condense.
- conservieren, konservieren, *t.*, to preserve (foods).
- Conservierung, Konservierung, *f.*, preservation.
- constatieren, konstatieren, *t.*, to confirm; to make clear or certain.
- Contactsubstanz, Kontaktsubstanz, *f.*, catalyzer.
- corrodieren, korrodieren, *t.*, to corrode.

Couvert, Kuvert, *n.*, -e, envelope.

Curcuma, Kurkuma, *f.*, turmeric.

Cursivschrift, Kursivschrift, *f.*, italics.

Cyan, Zyan, *n.*, cyanogen.

Cyan- (or Zyan-) metall, metallic cyanide.

Cyan- (or Zyan-) säure, cyanic acid.

Cyan- (or Zyan-) ursäure, cyanuric acid.

Cyan- (or Zyan-) wasserstoff, hydrogen cyanide.

Cyan- (or Zyan-) wasserstoffsäure, hydrocyanic acid.

## D

Dampf, *m.*, Dämpfe, a substance in vapor form; steam.

Dampfdichte, *f.*, -n, vapor density.

dampfförmig, in vapor form.

Dampfspannung, *f.*, vapor tension.

darlegen, *t.*, to explain; to state.

darstellen, *t.*, to produce, to manufacture a chemical product; to represent.

Darstellung, *f.*, the act of preparation, production.

Darstellungsweise, *f.*, mode of preparation (of a chemical substance).

dartun, *t.*, to prove, to verify.

Dasein, *n.*, existence.

Dauer, *f.*, duration.

Deckel, *m.*, -, cover, lid.

decrepitiieren, dekrepitiieren, *i.*, to decrepitate.

definieren, *t.*, to define.

dehnbar, ductile.

dekantieren, *t.*, to decant.

demgemäß, accordingly.

demnächst, very soon, shortly.

denaturieren, *t.*, to denature (*e. g.*, alcohol).

denitrieren, *t.*, to eliminate a nitrogroup from a nitrocompound.

derb, massive, compact (mineralogy).

Derivat, *n.*, -e, derivative.

Destillation, *f.*, distillation.

Destillierblase, *f.*, -n, distilling vessel, retort.

destillieren, *t.* and *i.*, to distil.

deutlich, clear, distinct.

Deutung, *f.*, significance, meaning, interpretation.

Dialysator, *m.*, -en, dialyzer.

Dialyse, *f.*, dialysis.

Diaphragma, *n.*, Diaphragmen, diaphragm.

Dicarbonsäure, Dikarbonsäure, *f.*, dicarboxylic acid.

Dichte, *f.*, -n, density.

dicke, somewhat viscid.

- diebesmäßig**, having relationship to this . . .  
**digerieren**, *t.*, to digest (of a chemical process).  
**Dodekaeder**, *n.*, -, dodecahedron.  
**Doppelsalz**, *n.*, -e, double salt.  
**Doppelspat**, *m.*, doubly refracting spar, calcite.  
**doppelt**, double; common in the older nomenclature (*e. g.*, **doppelt-chromsaures Kali**, bichromate of potash).  
**Draht**, *m.*, Drähte, wire.  
**Drahtnetz**, *n.*, -e, wire netting, wire gauze.  
**Drehungsvermögen**, *n.*, rotatory power (polarized light).  
**Dreieck**, *n.*, -e, triangle.  
**dreisäurig**, triacid (as applied to bases).  
**Droge**, *f.*, -n, drug.  
**Druck**, *m.*, pressure, printing.  
**Druckfestigkeit**, *f.*, resistance to pressure.  
**Druckregler**, *m.*, -, pressure regulator.  
**dunnfüssig**, thin (as applied to a fluid), watery.  
**Dunstabzug**, *m.*, fume closet, hood (as used in a laboratory).  
**durchdringen**, *t.*, to penetrate, to permeate.  
**durchfallendes Licht**, transmitted light.  
**Durchschnitt**, *m.*, -e, cross-section; average.  
**Durchschnittszahl**, *f.*, average number.  
**Durchseier**, *m.*, -, percolator (pharmacy).  
**durchsichtig**, transparent.  
**durchstreichen**, *i.*, to stream through (*e. g.*, a gas through a tube).  
**Düse**, *f.*, -n, nozzle.

## E

- Edelerde**, *f.*, -n, noble earth, rare earth.  
**Edelmetall**, *n.*, -e, noble metal.  
**Edelstein**, *m.*, -e, precious stone.  
**eichen**, *t.*, to adjust; to test the accuracy of weights or measures; to calibrate.  
**Eichengerbstoff**, *m.*, oak tannin.  
**Eichung**, *f.*, adjustment; calibration.  
**Eigenschaft**, *f.*, -en, property of matter, quality.  
**einäschern**, *t.*, to incinerate.  
**einbasisch**, monobasic (of acids).  
**einbüßen**, *t.* and *i.*, to lose, to forfeit.  
**eindampfen**, *t.* and *i.*, to cause to evaporate; to concentrate a solution by evaporation; to evaporate.  
**einengen**, *t.*, to narrow down; to concentrate a solution by evaporation.  
**einfach**, single.  
**einfallen**, *i.*, to fall in; **es fällt mir ein**, it occurs to me.

einfallendes Licht, incident light.

Einfuhr, *f.*, -en, import.

eingehend, exhaustive, thorough.

Eingriff, *m.*, interference, attack.

Einhalt, *m.*, stop, check.

Einheit, *f.*, -en, unit.

einheitlich, of uniform quality or constitution; homogeneous.

einleiten, *t.*, to introduce (a gas into a liquid); to initiate (a reaction).

Einleitung, *f.*, introduction.

Einleitungsrohr, *n.*, -e, delivery tube.

einräumen, *t.*, to concede.

einrichten, *t.*, to arrange; to equip.

einsäurig, monacid (of bases).

Einschluß, *m.*, -schlüsse, inclusion.

Einschlußrohr, *n.*, see *Einschmelzrohr*.

Einschmelzrohr, *n.*, -e, a glass tube in which substances are hermetically sealed in order to produce changes at high temperatures.

Einsicht, *f.*, insight.

einsichtsvoll, judicious, clear-sighted.

Einspruch, *m.*, -sprüche, protest.

einstellbar, adjustable.

Einteilung, *f.*, -en, a division of a graduated scale; division of the subject matter of a book.

Einwand, *m.*, -wände, objection.

einweihen, *t.*, to initiate; to consecrate.

einwenden, *t.*, (gegen etwas), to object.

einwertig, monovalent; having the valence of hydrogen.

einwirken, *i.*, (auf), to act upon.

Eisen, *n.*, iron.

Eisenalaun, *m.*, iron alum.

Eisenbahnverwaltung, *f.*, railroad administration.

Eisenfeile, *f.*, iron filings.

Eisengewinnung, *f.*, iron manufacture.

Eisengießerei, *f.*, -en, iron foundry; the art or practice of making iron castings.

Eisenkies, *m.*, pyrite.

Eisensäure, *f.*, ferric acid.

Eisenvitriol, *m.*, iron vitriol.

eisern, made of iron.

Eiweiß, *n.*, egg albumin.

Eiweißkörper, *m.*,  
Eiweißstoff, *m.*, } albuminous substance, protein.

Ethyl, *n.*, ethylene (obs.).

**Elektrizität, f.,** electricity.

**Elektrochemie, f.,** electrochemistry.

**elektrochemisch,** electrochemical.

**elektrolysieren, t.,** to electrolyze.

**elektromotorische Kraft,** electromotive force.

**Email, n.,**  
**Emaile, f.,** } vitreous enamel.

**emaillieren, t.,** to enamel.

**empfindlich,** sensitive, delicate (of reactions).

**endständig,** having a position at the end of an open chain of carbon atoms, such as the group OH in primary propyl alcohol.

**entbehren, t.,** to lack, to do without.

**entbinden, t.,** to disengage, to evolve (a gas).

**entdecken, t.,** to discover.

**enteisenern, t.,** to deprive of iron (*e. g.*, a water supply containing an iron salt in solution).

**Enteisenerung, f.,** deprivation of iron.

**entfärben, t.,** to decolorize.

**entfetten, t.,** to deprive of fat (*e. g.*, by ether extraction).

**entfuseln, t.,** to deprive of fusel oil.

**entgasen,** to produce gas from coal without oxidation or other external agencies than heat (*e. g.*, the production of coal gas).

**entgegengesetzt,** opposite.

**enthalten, t.,** to contain.

**Entleeren, t.,** to empty, to discharge.

**entleihen, t.,** (dative) to take from, to derive.

**Entscheidung, f., -en,** decision.

**entsilbern, t.,** to desilverize (metallurgy).

**entsprechen, (dative)** to correspond to.

**entstehen, t.,** to come into existence; to result, to arise.

**Entstehungszustand, m.,** nascent state.

**entströmen, i.,** (dative) to stream from, to escape from (*e. g.*, a gas).

**entwässern, t.,** to dehydrate, usually by heat or by a drying agent such as calcium chloride.

**entwickeln, t.,** to develop; **sich entwickeln,** to be produced or evolved from a reaction (of a gas).

**Entwickler, m., -,** developer (photography).

**Entwurf, m.,** outline, design.

**entziehen, t.,** (dative), to draw away from, to deprive of . . .

**Erbinerde, f.,** erbiumoxide.

**Erdalkali, n., -en,** alkaline earth.

**Erde, f., -n,** earth; in chemistry an oxide of the type of alumina.

**Erdgas, n.,** natural gas.



- Erdegeschoß, *n.*, ground floor of a building.  
erdig, earthy.  
Erinnere(s), *n.*, interior of the earth.  
Erdmetall, *n.*, -e, earth metal.  
Erdöl, *n.*, petroleum.  
erfahren, experienced.  
Erfahrung, *f.*, -en, experience.  
erfassen, *t.*, to seize, to grasp.  
Erfindung, *f.*, -en, invention.  
Erfolg, *m.*, -e, result, consequence.  
erfordern, *t.*, to require, to demand.  
erforschen, *t.*, to examine, to search into.  
ergehen, *t.*, to prove; to show; es ergibt sich, it results, it follows.  
Ergebnis, *n.*, -se, result; datum (of an experiment).  
erglühen, *i.*, to glow.  
erheblich, considerable, important.  
erheischen, *t.*, to require, to demand.  
erhitzen, *t.*, to heat.  
Erkennung, *f.*, recognition.  
erläutern, *t.*, to explain; to elucidate.  
erlangen, *t.*, to attain to, to acquire.  
Erledigung, *f.*, completion of a duty or work; discharge.  
erleichtern, *t.*, to facilitate.  
erlöschen, *i.*, to become extinguished.  
ermitteln, *t.*, to ascertain, to determine.  
Erörterung, *f.*, discussion, explanation.  
Ersatzteil, *m.*, -e, replaceable part (of an apparatus).  
erschließen, *t.*, to open, to make accessible; to decompose by fusion.  
erschüttern, *t.*, to shake; to convulse.  
ersehen, *t.*, to perceive, to learn.  
ersetzen, *t.*, to replace.  
ersinnen, *t.*, to devise, to conceive; to invent.  
Ersparnis, *f.*, -se, saving.  
erstarren, *i.*, to solidify (from fusion or solution).  
Erstarrungspunkt, *m.*, temperature of solidification from fusion or solution.  
Erstarrungsverzug, *m.*, retardation of freezing or solidification.  
Erstaunen, *n.*, astonishment.  
erstrecken, sich auf, to extend to, to include.  
Ertrag, *m.*, -träge, yield (*e. g.*, of a chemical process).  
erwärmen, *t.*, to warm, to heat moderately.  
erweitern, *t.*, to broaden.  
Erz, *n.*, -e, ore.  
erzeugen, *t.*, to create; to make.

erzielen, *t.*, to achieve.

Essigäther, *m.*,  
Essigester, *m.*, } ethyl acetate.

Essigsäure, *f.*, acetic acid.

Essigsäuresalz, *n.*, acetate.

Ester, *m.*, -, ester. Used in combination with the name of an acid usually means the ethyl ester of that acid (*e. g.*, Propionsäureester, ethyl propionate).

Esterbildung, *f.*, ester formation.

Etablissement, *n.*, -s, factory.

Etikette, *f.*, -s, label.

Eudiometer, *n.*, -, eudiometer.

eventuell, eventually; probably.

Examen, *n.*, -, examination.

Expedition, *f.*, expedition; office.

Experimentator, *m.*, experimenter.

experimentieren, *i.*, to experiment.

## F

Fabrik, *f.*, -en, factory.

Fabrikan, *m.*, -en, manufacturer.

Fabrikat, *n.*, -e, product of manufacture.

fabrikmäßig, upon a manufacturing scale; in accordance with factory methods.

fabrizieren, *t.*, to manufacture.

fachmännisch, after the manner of a specialist or expert.

Fachausdruck, *m.*, technical term.

Fachmann, *m.*, -leute, one who is versed in a particular art or profession; an expert.

Fähigkeit, *f.*, capability.

fällen, *t.*, to fell; to precipitate.

Fällung, *f.*, precipitation.

Fällungsmittel, *n.*, -, reagent or means employed to cause precipitation, precipitant.

färben, *t.*, to dye; to color.

Färber, *m.*, -, dyer.

Färberei, *f.*, dyer's art; dye works.

Färbung, *f.*, coloration; tinge.

Fäulnis, *f.*, putrefaction.

Fall, *m.*, Fälle, case.

Farbe, *f.*, -n, color.

Farbstoff, *m.*, -e, dyestuff, dye; coloring matter.

faserig, fibrous.

Fehler, *m.*, -, error.

**Fehlergrenze**, *f.*, -n, limit of error.

**Feilicht**, *n.*,  
**Feilspäne**, *m.*, *pl.*, } filings.

**feinfaserig**, having a fine fibrous structure.

**feinkörnig**, fine grained.

**Ferromangan**, *n.*, ferromanganese.

**Fertigkeit**, *f.*, skill.

**fest**, firm; the solid as opposed to the liquid condition.

**Fett**, *n.*, -e, fat.

**fettgebunden**, linked to a radical of the fatty or aliphatic series occurring as a side chain in a benzene derivative.

**Fettkohle**, *f.*, coking coal.

**Fettreihe**, *f.*, fatty series of organic compounds.

**Fettsäure**, *f.*, fatty acid.

**feucht**, moist.

**Feuchtigkeit**, *f.*, moisture.

**Feuchtigkeitsgehalt**, *m.*, moisture content (*e. g.*, of atmospheric air).

**feuerbeständig**, refractory.

**feuerfest**, refractory.

**Filter**, *n.*, -, filter.

**filtrieren**, *t.* and *i.*, to filter.

**Filtriergestell**, *n.*, -e, filter stand.

**Filtrum**, *n.*, -tra, filter.

**fix**, fixed, involatile.

**Fixierbad**, *n.*, bäder, fixing bath (photography).

**fixieren**, *t.*, to fix an image (photography); to give fixedness (alchemy).

**Fixierungsmittel**, *n.*, -, means used for fixing an image (photography).

**Flamme**, *f.*, -n, flame.

**Flammofen**, *m.*, -öfen, reverberatory furnace.

**Flammpunkt**, *m.*, flashing point of an oil.

**Flammpunktsprüher**, *m.*, an apparatus for determination of the flashing point of an oil.

**Flasche**, *f.*, -n, bottle.

**Fläschchen**, -n., a little bottle, vial.

**Fließpapier**, *n.*, -e, blotting paper; absorbent paper

**flüchtig**, volatile.

**Flüchtigkeit**, *f.*, volatility.

**Flüssigkeit**, *f.*, -en, fluid; fluidity.

**Flüssigkeitsspiegel**, *m.*, surface of a fluid.

**Fluor**, *n.*, fluorine.

**Fluormetall**, *n.*, -e, fluoride.

**Fluorwasserstoff**, *m.*, hydrogen fluoride.

**Flußmittel**, *n.*, -, flux.

- Flußsäure, *f.*, hydrofluoric acid.  
 Flußwasser, *n.*, river water.  
 folgendermaßen, in the following manner.  
 folgern, *t.*, (aus), to conclude from.  
 Folgerung, *f.*, consequence; conclusion.  
 Form, *f.*, -en, form; mould for making castings.  
 Formel, *f.*, -n, formula.  
 Forscher, *m.*, -, investigator.  
 Forschungsgeist, *m.*, spirit of investigation.  
 Fortschritt, *m.*, progress.  
 Fossil, *n.*, -ien, that which is dug out of the ground, minerals, ores, coal,  
 rather than fossils; more recently the equivalent of the English word  
 fossil.  
 fraktionieren, *t.*, to fractionate, to apply the methods of fractional distilla-  
 tion or crystallization.  
 Fraktionierkolben, *m.*, fractionating or distilling flask.  
 freisprechen, *t.*, to acquit.  
 fremd, foreign; fremde Stoffe, foreign bodies; impurities.  
 frieren, *n.*, to freeze.  
 Fülle, *f.*, fulness, profusion.  
 Fumarsäure, *f.*, fumaric acid.  
 Fundert, *m.*, -e, } locality where a particular ore or mineral is found.  
 Fundstätte, *f.*, -n, }  
 fungieren, *i.*, to officiate; to serve a purpose.  
 Funken, *m.*, -, spark.  
 Fuselöl, *n.*, fusel oil.

## G

- gähren, *i.*, to ferment.  
 Gährung, *f.*, fermentation.  
 Gallapfel, *m.*, -äpfel, gall nut.  
 Gallussäure, *f.*, gallic acid.  
 Galmei, *m.*, calamine, hydrated zinc silicate (mineralogy).  
 Galvanoplastik, *f.*, the art of electroplating.  
 Gang, *m.*, Gänge, mineral vein; course.  
 gangbar, practicable.  
 Gas, *n.*, -e, gas.  
 Gasbehälter, *m.*, -, gas holder.  
 Gaserzeuger, *m.*, -, gas producer.  
 gasförmig, gaseous.  
 Gaskohle, *f.*, -n, gas coal.  
 Gasquelle, *f.*, -n, gas well.  
 Gasuhr, *f.*, -en, gas meter.  
 Gaszustand, *m.*, gaseous condition.

- Gattung, *f.*, -en, kind, species.  
 Gebläse, *n.*, -, bellows.  
 Gebläselampe, *f.*, -n, blast lamp.  
 Gebläsemaschine, *f.*, -n, blast engine.  
 gebrauchen, *t.*, to use.  
 Gebrauchsgegenstand, *m.*, commodity.  
 Gebührentaxe, *f.*, -n, fee.  
 geiegen, native, found free in nature.  
 geeignet, appropriate.  
 Gefäß, *n.*, -e, vessel.  
 Gefrierpunkterniedrigung, *f.*, freezing point depression.  
 gegenseitig, mutual, reciprocal.  
 Gegenwart, *f.*, presence.  
 Gehalt, *m.*, content; Wassergehalt, content of water.  
 geheftet, bound in paper cover (*e. g.*, a pamphlet).  
 gekörnt, granulated.  
 geladen, loaded; charged (electrically).  
 Gelegenheit, *f.*, -en, opportunity; occasion.  
 gelegentlich, incidental.  
 gelten, *n.*, to be of value; to serve the purpose of.  
 Geltung, *f.*, value; importance.  
 Gelfist, *n.*, -e, desire, appetite.  
 gemäß, (dative) according to.  
 Gemenge, *n.*, -, mixture.  
 genau, accurate.  
 genial, possessed of genius.  
 Genie, *n.*, genius.  
 Gerät, *n.*,                    } collective nouns:  
 Gerätschaft, *f.*,            } tools; utensils.  
 geräumig, capacious.  
 geraum, ample, long (of time).  
 gerben, *t.*, to tan.  
 Gerberei, *f.*, -en, tannery; the art of tanning.  
 Gerbmateriel, *n.*, -ien, tanning material.  
 Gerbstoff, *m.*, -e, tannin.  
 gerinnen, *i.*, to coagulate, to curdle.  
 gesättigt, saturated.  
 gesamt (in composition), total.  
 Gesamtstickstoff, *m.*, total nitrogen.  
 Geschicklichkeit, *f.*, skill, adroitness.  
 Gesellschaft, *f.*, -en, society; corporation.  
 gesetzt, *p. p.* of setzen; let it be assumed that . . . (mathematics).  
 Gesichtspunkt, *m.*, -e, point of view; consideration; aspect.

Gestalt, *f.*, -en, form.

gestehen, *t.* and *i.*, to confess; to solidify from fusion or solution.

Gestein, *n.*, -e, rock.

Gewächs, *n.*, -e, vegetable.

Gewichtabestimmung, *f.*, determination of weight.

Gewichtseinheit, *f.*, -en, unit of weight.

Gewichtsprozent, *n.*, per cent. by weight.

Gewichtssatz, *m.*, -sätze, set of weights.

Gewichtsteil, *m.*, -e, part by weight.

Gewichtsverlust, *m.*, -e, loss by weight.

Gewinn, *m.*, gain, profit.

gewinnen, *t.*, to gain; to acquire; to produce by a chemical process.

Gicht, *f.*, mouth of a blast furnace.

giltig, valid, correct.

Glanz, *m.*, luster.

Glas, *n.*, Gläser, glass.

gläsern, made of glass.

Glasgalle, the saline scum collecting upon melted glass in the process of manufacture.

Glasglocke, *f.*, -n, bell jar.

Glashafen, *m.*, -häfen, glass pot.

Glashahn, *m.*, -hähne, glass stopcock.

glasig, vitreous.

Glaskitt, *m.*, putty.

Glassatz, *m.*, the batch ready for melting in the glass pot.

Glasscheibe, *f.*, -n, pane of glass.

Glasstab, *m.*, -stäbe, glass rod.

Glasur, *f.*, -en, glaze.

Glastränen, *f.* and *pl.*, Prince Rupert's drops.

Gleichgewicht, *n.*, equilibrium.

gleichgültig, of equal value; indifferent.

Gleichstrom, *m.*, direct current (electrical).

Gleichung, *f.*, -en, equation.

gleichzeitig, simultaneous.

Glimmer, *m.*, -, mica.

Glocke, *f.*, -n, bell; bell jar.

glühen, *t.* and *i.*, to heat to glowing; to glow.

Glühhitze, *f.*, temperature of glowing, furnace temperature.

Glühkörper, *m.*, -, the luminous body used in incandescent gas lighting, the mantle.

Glühlicht, *n.*, incandescent light.

Glühlichtbrenner, *m.*, -, incandescent burner.

Glührückstand, *m.*, stände, residue after ignition (*e. g.*, in the determination of plant ash).

Glühstrumpf, *m.*, -strümpfe, mantle of an incandescent gas burner.

Glühverlust, *m.*, loss on ignition (as in case of a water residue).

Goldpurpur, *n.*, purple of Cassius.

Goldrubinglas, *n.*, gold ruby glass.

Gran, *n.*, and *m.*, -e, grain weight.

Granat, *m.*, -e, garnet.

Graphitsäure, *f.*, graphitic acid.

Grenze, *f.*, -n, limit, boundary.

Grenzkohlenwasserstoff, *m.*, limit-hydrocarbon, paraffin.

Grenzwert, *m.*, -e, limiting value.

Gries, *m.*, coarsely ground material; refers frequently to fine coal, not culm.

grobkörnig, coarse, granular.

Größe, *f.*, -n, greatness; size; quantity (mathematics).

Größenordnung, *f.*, order of magnitude.

Großindustrie, *f.*, manufacturing upon a large scale.

Grube, *f.*, -n, mine.

Grubengas, *n.*, marsh gas, methane.

Grubenwetter, *n.*, fire damp.

gründen, *t.*, to found, to establish.

gründlich, profound; thorough.

Gründlichkeit, *f.*, thoroughness.

Grünspan, *m.*, verdigris, a basic cupric acetate.

Grund, *m.*, Gründe, ground; reason.

Grundlage, *f.*, -n, ground work, foundation; support.

Grundsatz, *m.*, -sätze, principle; axiom.

Grundstoff, *m.*, -e, chemical element.

Grundwasser, *n.*, ground water.

Gruppe, *f.*, -n, group.

gültig, valid, correct.

günstig, favorable.

Güterzug, *m.*, -züge, freight train.

Gummi, *n.*, gum; India rubber.

Gummischlauch, *m.*, -schläuche, rubber tubing.

Gußeisen, *n.*, cast iron.

Gußstahl, *m.*, cast steel.

Gutachten, *n.*, official or expert opinion.

Gyps, *m.*, gypsum.

## H

Habitus, *m.*, general character, appearance (mineralogy).

hämmerbar, malleable.

Härte, *f.*, hardness.

Härteakala, *f.*, scale of hardness (mineralogy).

Halogen, *n.*, -e, halogen.

Halogenalkyl, *n.*, -e, alkyl halide.

Halogenat, *n.*, a salt of chloric, bromic or iodic acid.

Halogenid, *n.*, -e, halide.

Haloid, *n.*, -e, halide; used also (rarely) for halogen.

Halterarm, *m.*, support (for apparatus).

haltig, containing (in composition, *e. g.*, geldhaltig, auriferous).

handeln, *i.*, to act; es handelt sich um, the question is concerning . . .

handhaben, *t.*, to handle; manipulate.

Handhabung, *f.*, manipulation.

Harnsäure, *f.*, uric acid.

Harnstoff, *m.*, urea.

Hartgummi, *n.*, hard rubber.

Hartguß, *m.*, malleable iron casting.

Hartlot, *n.*, hard solder.

hartnäckig, stubborn.

Harz, *n.*, -e, resin.

harzig,	} resinous.
harzartig,	

Hauptachse, *f.*, -n, principal axis (of a crystal).

Hausenblase, *f.*, isinglass.

Hauptpulver, *n.*, hide powder.

Heber, *m.*, -, siphon.

Heberbarometer, *n.* or *m.*, -, siphon-barometer.

Hefe, *f.*, -n, yeast.

Hefuerkerze, *f.*, (abbreviation HK) standard paraffin candle.

Heft, *n.*, -e, single number of a periodical.

heften, *t.*, to fasten, to stitch (bookbinding).

heftig, violent.

heilen, *t.*, to heal, to cure.

Heilmittel, *n.*, -, remedy, medicine.

heizen, *t.* and *i.*, to heat (a dwelling room, house or metallurgical furnace).

Heizmaterial, *n.*, -ien, fuel.

Hemieder, *n.*, -, hemihedral crystal.

Hemiedrie, *f.*, hemihedrism.

hemiedrisch, hemihedral.

hepatisch, relating to *hepar sulfuris*, hepar of sulphur, potassium sulphide.

herabdrücken, *t.*, to depress, to diminish.

Herd, *m.*, -e, hearth of a furnace.

Herkunft, *f.*, origin; source.

hermetisch, relating to the hermetic art, alchemistic.



- herrschen, *i.*, to rule, to predominate, to prevail.  
 herrühren, *i.*, von etwas, to originate from.  
 herstellen, *t.*, to produce; to make, to manufacture.  
 Herstellung, *f.*, production, manufacture.  
 hervorbringen, *t.*, to bring forth, to produce.  
 hervorgehen, *n.*, (aus), to proceed from, to follow as a consequence.  
 Hindernis, *n.*, -nisse, hindrance, obstacle.  
 Hintereinanderschaltung, *f.*, connection in series (of electric batteries).  
 Hochofen, *m.*, -öfen, blast furnace.  
 hochprozentig, having a high percentage of.  
 Hochschule, *f.*, -n, university or technical school.  
 Höhlung, *f.*, -en, cavity.  
 höhnisch, mocking, derisive.  
 Hörsaal, *m.*, säle, auditorium.  
 Hohofen, *m.*, -öfen, blast furnace.  
 Hohlglas, *n.*, hollow or table glassware as distinguished from window glass.  
 Holzessig, *m.*, pyroligneous acid, crude acetic acid from the distillation of wood.  
 Holzgeist, *m.*, wood spirit, wood alcohol.  
 Holzkohle, *f.*, -n, charcoal.  
 Holzschliff, *m.*, wood pulp (paper manufacture).  
 Homolog, *n.*, -en, homologue.  
 homolog, homologous.  
 Hopfen, *m.*, the hop plant.  
 Hütte, *f.*, -n, metallurgical works.  
 Hüttenprozeß, *m.*, metallurgical process.  
 Hydratation, *f.*, the addition of the elements of water to a compound (*e. g.*, the production of alcohol from ethylene).  
 Hydrolyse, *f.*, hydrolysis.  
 Hydroperoxyd, *n.*, hydrogen peroxide.  
 Hydroxyd, *n.*, -e, hydroxide.  
 Hydroxyl, *n.*, hydroxyl.  
 Hydroxydul, *n.*, -ous hydroxide (*e. g.*, ferrous hydroxide).  
 Hyperoxyd, *n.*, peroxide.  
 Hypothese, *f.*, -n, hypothesis.  
 hypothetisch, hypothetical.

## I

- Idee, *f.*, -n, idea.  
 impregnieren, *t.*, to impregnate.  
 indessen, nevertheless.  
 Indig, *m.*,  
 Indigo, *m.*, } indigo.

- Ingenieur**, *m.*, -e, engineer.  
**Ingredienz**, *n.*, -enzen, ingredient.  
**Inhalt**, *m.*, contents.  
**Inhaltsverzeichnis**, *n.*, -sse, table of contents (of a book).  
**innewohnend**, inherent.  
**instruieren**, *t.*, to instruct.  
**Ion**, *n.*, -en, ion.  
**Irrlicht**, *n.*, -er, will-o'-the-wisp.  
**isolieren**, *t.*, to insulate.  
**Isolierung**, *f.*, insulation.  
**isomer**, isomeric.  
**Isomer**, *n.*, -en, isomer.  
**Isomerie**, *f.*, isomerism.  
**isomorph**, isomorphous.  
**Isomorphie**, *f.*,  
**Isomorphismus**, *m.*, } isomorphism.

- jagen**, *i.*, to chase, hunt.  
**Jahrgang**, *m.*, -gänge, annual volume of a journal.  
**Jaspis**, *m.*, jasper.  
**jeweilig**, for the time being.  
**Jod**, *n.*, iodine.  
**Jodid**, *n.*, -e, iodide; -ic iodide.  
**Jodmetall**, *n.*, metallic iodide.  
**Jodsäure**, *f.*, iodic acid.  
**Jodür**, *n.*, -ous iodide.  
**Jodwasserstoff**, *m.*, hydrogen iodide.  
**Jodwasserstoffsäure**, *f.*, hydriodic acid.  
**Jodzahl**, *f.*, iodine number (oil analysis).

## K

- Kälte**, *f.*, cold.  
**Kältemischung**, *f.*, freezing mixture.  
**käuflich**, purchasable; as found in commerce; crude, impure (when applied to chemical products).  
**kalibrieren**, *t.*, to calibrate.  
**Kali**, *n.*, potash.  
**Kalikalk**, *m.*, potash lime, a mixture of the hydroxides of calcium and potassium as used for nitrogen determinations by the Varrentrap and Will method.  
**Kalikugel**, *f.*, potash bulb.  
**Kalium**, *n.*, potassium.

**Kalk**, *m.*, lime.

**Kalkerde**, *f.*, lime (obs.).

**Kalkofen**, *m.*, -öfen, lime kiln.

**Kalkstein**, *m.*, limestone.

**Kaltbruch**, *m.*, coldshortness (iron metallurgy).

**kaltbrüchig**, coldshort.

**Kalzium**, *n.*, calcium.

**Kamin**, *m.*, -e, chimney.

**Kammersäure**, *f.*, chamber acid, the sulphuric acid produced directly in the leaden chambers and before concentration in the leaden pans.

**Kampher**, *m.*, camphor.

**Kamphersäure**, *f.*, camphoric acid.

**Kante**, *f.*, -n, edge of a crystal.

**kapillar**, capillary.

**Kapillarität**, *f.*, capillarity.

**Karbolsäure**, *f.*, carbolic acid.

**Karbonsäure**, *f.*, carboxylic acid.

**Katalyse**, *f.*, catalysis.

**katalytisch**, catalytic.

**Kathodendichte**, *f.*, cathode density.

**Kathodenraum**, *m.*, the space surrounding the cathode.

**kaustisch**, caustic.

**Keim**, *m.*, -e, germ.

**keimen**, *i.*, to germinate.

**Keramik**, *f.*, ceramics.

**Kern**, *m.*, kernel, nucleus; in the case of benzene derivatives the nucleus as distinguished from the side chain.

**klingen**, *i.*, to sound.

**kerngebunden**, united to a carbon atom of the nucleus (chemistry of benzene).

**Kesselspeisewasser**, *n.*, boiler feed water.

**Kesselstein**, *m.*, boiler scale.

**Ketonsäure**, *f.*, ketonic acid.

**Kienruß**, *m.*, lampblack.

**Kiesabbrand**, *m.*, -brände, product of the roasting of pyrite, consisting of ferric oxide with some residual sulphur.

**Kieselfluorwasserstoffsäure**, *f.*, hydrofluosilicic acid.

**Kieselguhr**, *m.*, infusorial earth.

**Kleesäure**, *f.*, oxalic acid (obs.).

**Kleister**, *m.*, paste.

**Klemme**, *f.*, -n, clamp.

**Klemmschraube**, *f.*, -n, screw clamp.

**knallen**, *i.*, to detonate, to explode.

- Knallgas**, *n.*, oxy-hydrogen gas.  
**Knallsilber**, *n.*, fulminating silver.  
**Knochenasche**, *f.*, bone ash.  
**Knochenkohle**, *f.*, bone black.  
**Knorpel**, *m.*, cartilage.  
**koagulieren**, *t.* and *i.*, to coagulate.  
**Kobalt**, *n.*, cobalt.  
**kochen**, *t.* and *i.*, to boil.  
**Kochsalz**, *n.*, common salt.  
**Kölblein**, *n.*, diminutive of *Kolben*, a little flask.  
**König**, *m.*, metallic regulus, as produced in a crucible assay or fusion.  
**Königswasser**, *n.*, aqua regia.  
**körnig**, granular.  
**Kohlenhydrat**, *n.*, carbohydrate.  
**Kohlenklein**, *n.*, coal breeze.  
**Kohlenlöcher**, *f.*, slack.  
**Kohlenoxyd**, *n.*, carbon monoxide.  
**Kohlensäure**, *f.*, carbonic acid.  
**Kohlenstoff**, *m.*, carbon.  
**Kohlenwasserstoff**, *m.*, -*e*, hydrocarbon.  
**Koks**, *m.*, coke.  
**Kolben**, *m.*, -, club; piston (steam engine); chemical flask.  
**Kolleg**, *n.*, -*gien*, university lecture.  
**Kollodium**, *n.*, collodion.  
**Kolophonium**, *n.*, colophony.  
**Kondensator**, *m.*, -*en*, condenser (electricity).  
**kondensieren**, *t.* and *i.*, to condense.  
**konservieren**, *t.*, to preserve, to protect from injury or decomposition.  
**Konservierungsmittel**, *n.*, -, preservative (food chemistry).  
**Konstante**, *f.*, -*n*, constant.  
**konstatieren**, *t.*, to make clear or certain, to confirm.  
**Kontaksubstanz**, *f.*, catalyzer.  
**konzentrieren**, *t.*, to concentrate.  
**Kork**, *m.*, cork.  
**Korksäure**, *f.*, suberic acid.  
**Korn**, *n.*, *Körner*, grain; granular structure.  
**Korrektur**, *f.*, -*en*, correction.  
**korrigieren**, *t.*, to correct.  
**korrodieren**, *t.*, to corrode.  
**Korund**, *m.*, corundum.  
**Kostenanschlag**, *m.*, -*schläge*, estimate of cost.  
**Kraft**, *f.*, *Kräfte*, force.  
**Krapp**, *m.*, madder, the original source of alizarin.

- Kreide, *f.*, chalk; used in the mineralogical as well as geological sense.  
 Kristall, *m.*, -e, crystal.  
 Kristallfläche, *f.*, -n, plane of a crystal.  
 Kristallwasser, *n.*, water of crystallization.  
 Kühlapparat, *m.*, an apparatus for cooling; a condenser.  
 Kühler, *m.*, -, cooler; condenser.  
 Kühlschlange, *f.*, worm used for the condensation of a vapor in the process of distillation.  
 Künstler, *m.*, -, artist; an expert in any art or science.  
 künstlich, artificial.  
 Küpe, *f.*, -n, the dyer's vat.  
 Kürze, *f.*, brevity; in der Kürze, shortly.  
 Kugelmühle, *f.*, -n, ball mill.  
 Kugelhühler, *m.*, -, ball condenser.  
 Kunst, *f.*, Künste, art.  
 Kunstbutter, *f.*, artificial butter.  
 Kupfer, *n.*, copper.  
 Kupferhammerschlag, *m.*, copper scale, cupric oxide with more or less cuprous oxide.  
 Kupferkies, *m.*, chalcopyrite.  
 Kurkuma, *t.*, turmeric.  
 Kupolofen, *m.*, -öfen, cupola furnace.  
 kurz, short.  
 Kurzschluß, *m.*, short circuit (electricity).

## I

- Laboratorium, *n.*, -ien, laboratory.  
 Lackfarbe, *f.*, -n, lake color.  
 laden, *t.*, to load; to charge (*e. g.*, electrically).  
 Lagermetall, *n.*, -e, bearing metal.  
 Lagerung, *f.*, stratification; arrangement (*e. g.*, of atoms in a molecule).  
 Laie, *m.*, -n, layman.  
 Lackmus, *m.*, litmus.  
 Lampe, *f.*, -n, lamp.  
 Lampendocht, *m.*, -e, lampwick.  
 Lampenschwärze, *f.*, lampblack.  
 Landesbehörde, *f.*, government authorities.  
 laufende Nummern, current numbers (of periodicals).  
 Lauge, *f.*, -n, lye.  
 lauter, mere, nothing but.  
 lauwarm, lukewarm.  
 Lazurstein, *m.*, lapis-lazuli.  
 lebhaft, lively, brisk.  
 lediglich, solely, exclusively.

leer, empty.

Leere, *f.*, vacuum.

legieren, *t.*, to alloy.

Legierung, *f.*, -en, alloy.

Lehm, *m.*, loam.

Lehrbuch, *n.*, -bücher, an extensive systematic treatise.

Lehre, *f.*, -n, doctrine, science.

lehren, *t.* (einen etwas), to teach.

Lehrkursus, *m.*, -kurse, course of instruction.

Lehrstelle, *f.*, -n, a teacher's position.

Leichtigkeit, *f.*, ease.

Leinöl, *n.*, linseed oil.

leisten, *t.*, to accomplish.

Leiter, *m.*, -, conductor (of heat or electricity).

Leitfaden, *m.*, leading thread; elementary text-book.

Leitung, *f.*, -en, leading, leadership; direction, management; conduction; electric conductor.

Leitungsvermögen, *n.*,  
Leitvermögen, *n.*, } conductivity (for heat or electricity).

leuchten, *i.*, to give out light.

Leuchtgas, *n.*, illuminating gas.

Libelle, *f.*, -n, spirit-level.

lichtecht, unaltered in color by light (of a dyed fabric).

lichtempfindlich, sensitive to light, subject to a chemical change by the action of light.

Lieferung, *f.*, -en, a single number of a periodical; the separately published parts of a book.

Linksdrehung, *f.*, left-handed rotation of the polarized light ray.

Linksweinsäure, *f.*, lævo-rotatory tartaric acid.

Linse, *f.*, -n, lens.

liquidieren, *i.*, to settle an account, to charge.

Literkolben, *m.*, -, liter flask.

Lithion, *n.*, lithia (obs.).

löschen, *t.*, to quench (a fire); gelöschter Kalk, slaked lime.

Löschpapier, *n.*, blotting paper.

lösen, *t.*, to dissolve.

löslich, soluble.

Löslichkeit, *f.*, solubility.

Lösung, *f.*, -en, solution.

Lösungsmittel, *n.*, -, solvent.

löten, *t.*, to solder.

Lötrohr, *n.*, -e,  
Löttröhre, *f.*, -en, } blowpipe.

Lötrohrflamme, *f.*, blowpipe flame.

lotrecht, perpendicular.

Lücke, *f.*, -*n*, gap.

Luft, *f.*, air.

Luftabschluß, *m.*, exclusion of air; bei Luftabschluß, under exclusion of air; the mere exclusion of air currents or of surplus air under the conditions of a vacuum.

Luftbad, *n.*, -bäder, air bath.

luftleer, vacuous, void of air.

Luftsäure, *f.*, Bergmann's name for carbon dioxide.

Luftstickstoff, *m.*, atmospheric nitrogen.

Luftströmung, *f.*, -en, air current.

Lumen, *n.*, inside diameter of a tube or vessel.

## M

Magensaft, *m.*, gastric juice.

Magneteisenstein, *m.*, magnetite (mineralogy).

Maleinsäure, *f.*, maleic acid.

Malonsäure, *f.*, malonic acid.

Malz, *n.*, malt.

Mangan, *n.*, manganese.

Manganspat, *m.*, rhodochrosite.

mannigfach, manifold.

Manometer, *n.*, manometer.

Manufaktur, *f.*, manufacture.

Margarinsäure, *f.*, margaric acid.

Marke, *f.*, -*n*, mark.

Markt, *m.*, Märkte, marker.

Martinofen, *m.*, open hearth steel furnace.

Martinstahl, *m.*, open hearth steel.

Maßanalyse, *f.*, volumetric analysis.

maßanalytisch, volumetric.

Maßeinheit, *f.*, -en, unit of measure.

Massenwirkung, *f.*, mass action.

Maßgebend, decisive.

Maßnahme, *f.*, -*n*, measure; precaution.

Maßregel, *f.*, measure; precaution.

Maßstab, *m.*, -stäbe, measure, scale; proportion.

Mehrdrehung, *f.*, multirotation.

mehrwertig, polyvalent.

Mehrzahl, *f.*, majority.

Meinung, *f.*, -en, opinion; intention.

Meisterstück, *n.*, masterpiece.

- Melasse, f.**, molasses.  
**Mennige, f.**, red lead.  
**Mergel, m.**, marl.  
**Meßkolben, m.**, -, measuring flask.  
**Messing, n.**, brass.  
**Messung, f.**, -en, measurement.  
**Meßzylinder, m.**, -, measuring cylinder.  
**Metall, n.**, -e, metal.  
**Metallglanz, m.**, metallic luster.  
**Metallhaltig**, metalliferous.  
**Metallität, f.**, metallic nature.  
**Metallüberzug, m.**, -züge, metal coating.  
**Metallurg, m.**, -en, metallurgist.  
**Metaverbindung, f.**, -en, meta-compound (chemistry of benzene).  
**Meteorisen, n.**, meteoric iron.  
**Methan, n.**, methane.  
**methylieren, t.**, to methylate, to introduce the methyl radical.  
**Milchsäure, f.**, lactic acid.  
**Mineralog, m.**, -en, mineralogist.  
**Minium, n.**, red lead.  
**Mischgas, n.**, the mixture of coal-gas and water-gas commonly used for illuminating purposes in cities.  
**Mischkristall, m.**, -e, mixed crystal; a result of isomorphous replacement.  
**Mischrohr, n.**, -e, mixer (of a Bunsen burner or gas stove).  
**Mischung, f.**, -en, mixture as distinguished from a chemical compound.  
**Mitglied, n.**, -glieder, member.  
**mitteilen, t.**, to communicate information to, to inform.  
**Mitteilung, f.**, -en, communication; formal note; an essay appearing in the proceedings of a society.  
**Mittel, n.**, -, means.  
**mittelständig**, having a position intermediate between the two ends of a carbon chain (*e. g.*, the CO group in acetone), as opposed to **endständig**, at the ends.  
**Mittelzahl, f.**, mean.  
**Mörser, m.**, -, mortar (used for grinding).  
**Mörtel, m.**, mortar (used for building).  
**Molekel, f.**, -n, } molecule.  
**Molekül, n.**, -e, }  
**Molybdän, n.**, molybdenum.  
**momentan**, instantaneous.  
**Moschus, m.**, musk.  
**Most, m.**, must (wine making).  
**Muffel, f.**, muffle.



Muffelofen, *m.*, muffle furnace.  
 Mühe, *f.*, trouble, pains.  
 Münze, *f.*, -*n*, coin.  
 Musivgold, *n.*, mosaic gold, stannic sulphide.  
 Muster, *n.*, -, sample.  
 Mutterlauge, *f.*, -*n*, mother liquor.

## N

nachahmen, *t.*, to imitate.  
 Nachforschung, *f.*, search, examination.  
 Nachruf, *m.*, obituary, memorial notice.  
 Nachteil, *m.*, -*e*, disadvantage.  
 nachträglich, supplementary.  
 Nachweis, *m.*, -*e*, proof; a reaction establishing the identity of a substance.  
 Nährstoff, *m.*, -*e*, a chemical compound forming a constituent of food, as  
     sugar, starch, fat, etc.  
 Nahrungsmittel, *n.*, -, food.  
 namentlich, especially.  
 naszierend, naszierend, nascent.  
 Natrium, *n.*, sodium.  
 Natron, *n.*, soda, sodium oxide (almost obs.).  
 Natronkalk, *m.*, soda lime, a mixture of lime and soda used in the deter-  
     mination of nitrogen (by conversion into ammonia) in organic  
     analysis.  
 natürlich, natural.  
 Naturforscher, *m.*, -, a student of natural science, an investigator.  
 Naturreich, *n.*, domain of nature.  
 Naturwissenschaft, *f.*, -*en*, natural science.  
 Nebel, *m.*, mist.  
 Nebenachse, *f.*, -*n*, lateral axis (crystallography).  
 Nebenprodukt, *n.*, -*e*, by-product.  
 Neigung, *f.*, inclination; tendency.  
 Nekrolog, *m.*, obituary.  
 Neodym, *n.*,  
 Neodymium, *n.*, } neodymium.  
 Nettogewicht, *n.*, net weight.  
 Neusilber, *n.*, German silver.  
 Neutralität, *f.*, neutrality.  
 Nichtmetall, *n.*, -*e*, non-metallic element.  
 Niederschlag, *m.*, -*schläge*, precipitate.  
 niederschlagen, *t.*, to precipitate.  
 Niet, *n.*, -*e*,  
 Niete, *f.*, -*n*, } rivet.  
 Niobium, Niob, *n.*, niobium.

**nitrieren**, *t.*, to nitrate, to produce a nitrocompound by the action of nitric acid.

**Nitrierung**, *f.*, nitration.

**Nitrogruppe**, *f.*, nitrogroup.

**Nitrokörper**, *m.*, -, nitrocompound.

**Niveau**, *n.*, level or height of a column of liquid.

**Niveauröhre**, *f.*, -n, leveling tube, a glass tube connected with a Hempel (or other form of) gas burette and used to control the water level in the latter.

**Nomenklatur**, *f.*, nomenclature.

**Nomus**, *m.*, vernier.

**Norm**, *f.*, -en, standard.

**normal**, normal; conformable to a standard.

**Notisbuch**, *n.*, -bücher, note book.

**Nuance**, *f.*, -n, shade of color.

**nützlich**, useful.

**Nullpunkt**, *m.*, -e, zero point.

**Nutsche**, *f.*, -n, suction pump, as used for filtration.

# O

**Oberfläche**, *f.*, -n, surface.

**obwalten**, *i.*, to prevail, to predominate.

**Ocker**, *m.*, ochre, clay having a color due to oxide of iron.

**öffnen**, *t.*, to open.

**Öhl**, obsolete form for **Öl**, oil.

**Öl**, *n.*, -e, oil.

**ölbildendes Gas**, olefiant gas, ethylene (obs.).

**Ölsäure**, *f.*, see **Oleinsäure**.

**Öse**, *f.*, -n, staple; loop; the looped platinum wire of an explosion eudiometer.

**offenbar**, obviously.

**offiziell**, official; officinal (of medicines).

**Oktaeder**, *n.*, -, octahedron.

**Oleinsäure**, *f.*, oleic acid.

**Oleum**, *n.*, fuming sulphuric acid, oil of vitriol.

**Ordnung**, *f.*, -en, order; class.

**organisch**, organic.

**orientieren**, *i.*, sich, to ascertain one's bearings.

**Orthoverbindung**, *f.*, orthocompound.

**Osmiumsäure**, *f.*, osmic acid.

**Oxalsäure**, *f.*, oxalic acid.

**Oxyd**, *i.*, -e, oxide; -ic oxide (*e. g.*, **Eisenoxyd**, ferric oxide).

**Oxydationsstufe**, *f.*, -n, degree of oxidation.

**oxydierbar**, oxidizable.

- Oxydschicht, *f.*, film of oxide (upon a metal).  
oxydieren, *t.*, to oxidize.  
Oxydoxydul, *n.*, an oxide of the type of ferrosiferrous oxide.  
Oxydul, *n.*, lower oxide, -ous oxide.  
oxygenierte Salzsäure, oxygenated muriatic acid; the name for chlorine before its elementary nature was recognized.

## P

- Paar, *n.*, -s, pair.  
Palladium, *n.*, palladium.  
Palmitinsäure, *f.*, palmitic acid.  
Paraverbindung, *f.*, -en, paracompound (chemistry of benzene).  
passend, fit, appropriate.  
pasteurisieren, *t.*, to pasteurize.  
Pergament, *n.*, parchment.  
Perle, *f.*, -n, pearl; bead (blowpipe analysis).  
Perlmutter, *f.*, mother of pearl.  
Permanentweiss, *n.*, permanent white, precipitated barium sulphate.  
Petroläther, *m.*, petroleum ether, light distillate free from high boiling hydrocarbons.  
Pfad, *m.*, -e, path.  
Pferdekraft, *f.*, horse-power.  
Pflicht, *f.*, -en, duty.  
Pfund, *n.*, -e, pound. The German pound = 500 grams.  
Pharmazent, *m.*, -en, pharmacist.  
pharmazeutisch, pharmaceutical.  
Pharmazie, *f.*, pharmacy.  
Philosoph, *m.*, -en, philosopher.  
philosophisch, philosophical.  
Phosphor, *m.*, phosphorus.  
Phosphorsalz, *n.*, salt of phosphorus, sodium metaphosphate (blowpipe analysis).  
Phosphorsäure, *f.*, phosphoric acid.  
Photograph, *m.*, -en, photographer.  
Photographie, *f.*, -n, photograph.  
Phthalsäure, *f.*, phthalic acid.  
Physik, *f.*, physics.  
physikalisch, physical.  
Physiker, *m.*, -, physicist.  
Physiolog, *m.*, -en, physiologist.  
Pikrinsäure, *f.*, picric acid.  
Pipette, *f.*, -n, pipette.  
pipettieren, *t.*, to measure a fluid with a pipette.  
Pistill, *n.*, -e, pestle.

Platin, *n.*, platinum.

Platinmetall, *n.*, -*e*, a metal of the platinum group (used commonly in the plural).

Platinmohr, *m.*, platinum black.

Plattenturm, *m.*, -türme, plate column (sulphuric acid manufacture).

plotzlich, suddenly.

pneumatisch, pneumatic.

pneumatische Wanne, pneumatic trough.

polarisieren, *t.*, to polarize.

Polemik, *f.*, a controversy of heated character.

Politur, *f.*, polish.

Polymorphie, *f.*, polymorphism.

Porzellan, *n.*, porcelain.

Pottasche, *f.*, impure potassium carbonate.

präcis, präzis, precise.

Präexistenz, *f.*, preexistence.

Präparat, *n.*, -*e*, chemical product, chemical.

Praktikant, *m.*, -*en*, one engaged in laboratory work, a laboratory student.

Praktiker, *m.*, -*n*, one having practical experience in an art or science.

Praseodym, *n.*,  
Praseodymium, *n.*, } praseodymium.

Praxis, *f.*, practice.

Preis, *m.*, -*e*, price.

prima (Qualität), of first quality.

Prisma, *n.*, Prismen, prism.

Privatdozent, *m.*, -*en*, lecturer without salary at a German university.

pro, per.

Probe, *f.*, -*n*, a test; an assay; sample for analysis.

Proberohr, *n.*, -*e*,  
Proberöhrchen, *n.*, -*n*, } test tube.

Probierkunst, *f.*, the art of assaying.

Professur, *f.*, -*en*, professorship.

Propionsäure, *f.*, propionic acid.

Protokoll, *n.*, -*e*, minutes of a meeting.

Prozent, *n.*, -*e*, per cent.

Prüfung, *f.*, examination test.

Pseudomorphose, *f.*, pseudomorph.

puddeln, *t.*, to puddle iron.

Puddelofen, *m.*, -*öfen*, puddling furnace.

Pulver, *n.*, powder.

pulverförmig,  
pulverig, } in powder form, pulverulent.

pulverisieren, *t.*, to pulverize.

Pyroweinsäure, see Brenzweinsäure.

## Q

Quantität, *f.*, -en, quantity.

Quantum, *n.*, -ten or -ta, quantity or portion.

Quarz, *m.*, quartz.

Quecksilber, *n.*, mercury.

Quecksilberfaden, *m.*, the mercury column of a thermometer.

Quecksilbersäule, *f.*, mercury column (*e. g.*, of a barometer or gas burette).

Quetschhahn, *m.*, -hähne, pinchcock.

## R

Racemkörper, *m.*, *Racemkörper*, -, an optically inactive body, whose inactive character results from the presence of equal quantities of the dextro- and laevo-rotatory modifications of the same substance.

racemisch, racemic.

rätselhaft, enigmatical.

raffinieren, *t.*, to refine.

Rahmen, *m.*, -, frame, limitations.

raten, *t.*, to advise.

Rauch, *m.*, smoke.

Rauchgas, *n.*, flue gas.

Rauchquarz, *m.*, smoky quartz.

Rauminhalt, *m.*, volume, capacity.

Reagens, *n.*, Reagenzien, reagent.

reagieren, *i.* (auf), to react upon.

Reaction, Reaktion, *f.*, -en, reaction.

Reaktionsmasse, *f.*, mass resulting from a reaction.

Rechtsweinsäure, *f.*, dextro-rotatory tartaric acid.

Redaktion, *f.*, editorial office of a publication, considered apart from the persons engaged in editing.

reducierbar, reduzierbar, reducible.

reducieren, reduzieren, *t.*, to reduce.

Referat, *n.*, -e, a short abstract of an article.

regelmässig, regular.

reichhaltig, abundant, extensive.

Reichtum, *m.*, -tümer, riches.

Reihe, *f.*, -n, series.

Reihenfolge, *f.*, succession, sequence.

rein, pure.

Reindarstellung, *f.*, process of preparation of a substance in pure form.

Reinheit, *f.*, purity.

- reinigen, *t.*, to purify.  
 Reinigung, *f.*, purification.  
 reißen, *t.*, to tear, to drag.  
 Reklame, *f.*, -*n*, advertisement.  
 rektifizieren, *t.*, to rectify.  
 Reparatur, *f.*, -*en*, repair.  
 Rest, *m.*, -*e*, rest; residue; organic radical.  
 Retorte, *f.*, -*n*, retort.  
 Retortengestell, *n.*, -*e*, retort stand.  
 Resension, *f.*, -*en*, criticism, review.  
 Rezipient, *m.*, -*en*, receiver, receiving vessel.  
 Rhodanwasserstoffsäure, *f.*, thiocyanic acid.  
 Rhomboeder, *n.*, -, rhombohedron (crystallography).  
 rhomboedrisch, rhombohedral.  
 richten, *t.*, to direct.  
 richtig, correct.  
 Riechstoff, *m.*, -*e*, perfume.  
 rieseln, *i.*, to trickle.  
 ritzen, *t.*, to scratch (*i. e.*, glass by a diamond).  
 Röhre, *f.*, -*n*, tube, pipe.  
 Röstgase, *n.*, *pl.*, gases from a roasting furnace (metallurgy).  
 Röstofen, *m.*, -*öfen*, a furnace for securing reactions by oxidation; reverberatory furnace.  
 Roheisen, *n.*, pig iron.  
 Rohöl, *n.*, -*e*, crude oil.  
 Rohr, *n.*, *e*, tube, pipe.  
 Rohrzucker, *m.*, cane sugar, sucrose.  
 Rohstoff, *m.*, -*e*, raw material.  
 rotbrüchig, hotshort, iron (metallurgy).  
 Rotglühhitze, *f.*, red heat.  
 Roteisenstein, *m.*, red hematite.  
 Rückflußkühler, *m.*, reversed condenser.  
 rückständig, residual.  
 Rührwerk, *n.*, stirring apparatus.  
 Ruthenium, *n.*, ruthenium.

## S

- Sachregister, *n.*, -, subject index.  
 sacht, softly, gently.  
 Sachverständige(r), *m.*, -*en*, expert authority.  
 sättigen, *t.*, to saturate.  
 Sättigung, *f.*, saturation; neutralization.  
 Sättigungskapazität, *f.*, capacity for saturation.

**Säuerling**, *m.*, -*e*, spring water containing much free carbonic acid but little of mineral solids.

**Säure**, *f.*, -*n*, acid.

**Säurechlorid**, *n.*, -*e*, acid chloride.

**säurefest**, acid proof.

**Saft**, *m.*, Säfte, juice.

**saigern**, see **seigern**.

**Salicylsäure**, **Salizylsäure**, *f.*, salicylic acid.

**Saline**, *f.*, -*n*, salt works.

**Salmiak**, *m.*, sal-ammoniac.

**Salmiakgeist**, *m.*, spirits of ammonia, ammonia water.

**Salpeter**, *m.*, Saltpeter.

**Salz**, *n.*, -*e*, salt.

**Salzbilder**, *m.*, -, halogen.

**salkig**, salty.

**Salzsäure**, *f.*, muriatic acid.

**Salzsiedepfannen**, *pl.*, pans for concentration of brine in salt works.

**Salzsole**, *f.*, salt brine.

**sauer**, acid.

**Sauerstoff**, *m.*, oxygen.

**sauerstoffhaltig**, containing oxygen.

**Sauerstoffsaltz**, *n.*, -*e*, oxygen salt.

**Saugpumpe**, *f.*, -*n*, suction pump, as used for rapid filtration in analytical work.

**Schacht**, *m.*, Schächte, shaft (mining).

**Schachtöfen**, *m.*, -*öfen*, blast furnace.

**Schaden**, *m.*, Schäden, injury.

**Schädlich**, injurious.

**schäumen**, *i.*, to foam.

**Schale**, *f.*, -*n*, evaporating dish.

**Schamotte**, *f.*, fire clay which has been exposed to high temperature in raw state or in form of broken up crucibles, glass-pots, etc., and pulverized.

**Scharfsinn**, *m.*, discrimination, sagacity.

**Schatzkammer**, *f.*, treasure chamber.

**Schaum**, *m.*, foam.

**Scheidekunst**, *f.*, chemistry (obs.).

**Scheidetrichter**, *m.*, separatory funnel.

**Scheidewasser**, *n.*, parting acid, nitric acid of strength suitable for the dissolving of silver from its alloy with gold (obs.).

**Scheidung**, *f.*, separation.

**scheinbar**, apparent.

**Schicht**, *f.*, -*en*, stratum.

*schicklich*, convenient, suitable.

*Schiefer*, *m.*, -, slate.

*Schiene*, *f.*, -n, rail.

*Schießbaumwolle*, *f.*, guncotton.

*Schießofen*, *m.*, -öfen, an oven for heating sealed glass tubes in organic work.

*Schießpulver*, *n.*, gunpowder.

*Schießrohr*, *n.*, -e, a sealed glass tube used to promote reactions by application of heat.

*Schießwolle*, see *Schießbaumwolle*.

*Schirm*, *m.*, -e, screen.

*Schlacke*, *f.*, -n, slag.

*Schlämmanalyse*, *f.*, analysis by elutriation.

*schlagendes Wetter*,  
*Schlagwetter*, *n.*, } fire-damp.

*Schlamm*, *m.*, mud sediment in water.

*Schlange*, *f.*, snake; worm condenser.

*Schlauch*, *m.*, *Schläuche*, hose.

*Schleimhaut*, *f.*, -häute, mucous membrane.

*Schleimsäure*, *f.*, mucic acid.

*Schlempe*, *f.*, residue from the distillation of brandy.

*Schlussfolgerung*, *f.*, conclusion.

*Schmalz*, *n.*, tallow.

*schmelzbar*, fusible.

*Schmelzbarkeit*, *f.*, fusibility.

*Schmelze*, *f.*, fused mass.

*schmelzen*, *t. and i.*, to fuse.

*Schmelzpunkt*, *m.*, -punkte, melting point.

*Schmelztemperatur*, *f.*, temperature of fusion.

*Schmiedeeisen*, *n.*, malleable iron, bar iron.

*schmierig*, viscous; tarry.

*Schmiermittel*, *n.*, -, lubricant.

*Schmieröl*, *n.*, -e, lubricating oil.

*Schmirgel*, *m.*, emery.

*Schneide*, *f.*, -n, knife edge (of a balance).

*Schnellot*, *n.*, soft solder.

*Schnittbrenner*, *m.*, -, bat's wing burner.

*Schöpfer*, *m.*, -, creator, originator.

*Schornstein*, *m.*, -e, chimney.

*schräg*, oblique.

*Schraubenquetschhahn*, *m.*, screw compressor.

*Schrift*, *f.*, -en, writing; a published article.

*schriftlich*, in writing.



Schrittweise, step by step.

schützen, *t.*, to protect.

schwächen, *t.*, to weaken.

Schwaden, *m.*, vapor; choke damp.

Schwarzblech, *n.*, black sheet iron as distinguished from tinned iron.

schwarzer Fluß, black flux (assaying).

Schwefel, *m.*, sulphur.

Schwefeläther, *m.*, sulphuric ether (almost obs.).

Schwefelblumen, *pl.*, flowers of sulphur.

Schwefelichtesäure, an obsolete expression for Schweflige Säure.

Schwefelkohlenstoff, *m.*, carbon disulphide.

Schwefelleber, *f.*, liver of sulphur, yellow sulphide of potassium (obs.).

Schwefelsäure, *f.*, sulphuric acid.

schwefelsaures Gas, obsolete expression for schwefeliges Säureanhydrid.

Schwefelverbindung, *f.*, -en, sulphur compound.

Schwefelwasserstoff, *m.*, hydrogen sulphide.

schweflige Säure, sulphurous acid.

schweinfurter Grün, Paris green.

Schweiss, *m.*, perspiration.

schweißen, *t.*, to weld.

Schweißofen, *m.*, -öfen, heating furnace (metallurgy).

Schwererde, *f.*, baryta, barium oxide (obs.).

schwerlöslich, soluble with difficulty.

Segerkegel, *m.*, -, Seger cone; a small cone of burnt clay which, by its greater or less resistance to softening, permits of an approximate estimate of a furnace temperature.

Seife, *f.*, -n, soap.

seigern, *t.*, to separate by liquation (metallurgy).

Seignettesalz, *n.*, Rochelle salt, potassium sodium tartrate.

Seitenkette, *f.*, -n, side chain (chemistry of benzene).

seither, since then.

selbstentzündlich, spontaneously inflammable.

selbsttätig, } self-acting, automatic.  
selbstwirkend, }

selbstverständlich, as a matter of course; obviously.

Selen, *n.*, selenium.

Senkwage, *m.*, hydrometer.

sicher, certain.

Sicherheit, *f.*, safety; certainty.

sichten, *t.*, to sift.

Sieb, *m.*, -e, sieve.

sieben, *t.*, to sift.

sieden, *t.* and *i.*, to boil.

Siedepunkt, *m.*, boiling point.

Siedeverzug, *m.*, retardation of boiling from superheating a liquid.

Siemens-Martin-Ofen, *m.*, open hearth steel furnace; so named when the Siemens gas producer was introduced in open hearth practice, in the Martinofen.

Silber, *n.*, silver.

Silicium, *n.*,  
Silizium, } silicon.

Silikatgestein, *m.*, silicate rock.

sinngetreu, true to the meaning.

Sitzungsbericht, *m.*, -e, report of proceedings, action and discussions at a meeting of a society.

Skala, *f.*, Skalen, scale; graduated scale of a thermometer or other measuring instrument.

Skalenintervall, *n.*, -e, division of a graduated scale.

Smalte, *f.*, smalt.

Smaragd, *m.*, emerald.

Soda, *f.*, sodium carbonate, soda ash.

Sodakristalle, *pl.*, sal soda, the salt  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Sole, *f.*, -n, brine.

Sorgfalt, *f.*, care, attention.

Spalt, *m.*, -e, slit of a spectroscope.

Spaltbarkeit, *f.*, cleavage.

Spalte, *f.*, -n, column of a book or list.

spalten, *t.* and *i.*, to split; to cleave (mineralogy).

Spaltung, *f.*, cleavage.

Spaltungsfläche, *f.*, -n, cleavage plane (mineralogy).

Spaltungskristall, *m.*, -e, cleavage crystal (mineralogy).

Spaltungsrichtung, *f.*, direction of cleavage.

Spannkraft, *f.*, tension, vapor pressure.

Spat, *m.*, spar (mineralogy).

Spateisenstein, *m.*, siderite.

Spatel, *m.*, -, spade; spatula.

speisen, *t.* and *i.*, to feed; to feed a furnace, a boiler, etc.

sperrern, *t.*, to confine (*e. g.*, a gas by a liquid).

Sperrflüssigkeit, *f.*, confining liquid (gas analysis).

Spiegel, *m.*, -, mirror.

Spiegelbild, *n.*, -er, mirror image.

Spiegelglas, *n.*, plate-glass.

Spiritus, *m.*, alcohol; used in a vague sense without reference to concentration, spirits.

sprätzen, *i.*, to bubble, the bubbling of melted silver or copper due to the escape of dissolved oxygen.

- Sprechsaal, *m.*, *säle*, forum, place for free discussion.  
sprengen, *t.*, to disrupt, to blast.  
Sprengstoff, *m.*, *-e*, explosive.  
springen, *i.*, to leap, to crack or break suddenly.  
Spritflasche, *f.*, *-n*, washbottle.  
spröde, brittle.  
sprudeln, *i.*, to bubble, to spout (of a spring).  
Sprung, *m.*, Sprünge, leap; crack.  
Spur, *f.*, *-en*, trace.  
Stärke, *f.*, starch.  
stärken, to strengthen.  
Stärkekleister, *m.*, starch paste.  
Stahlbrunnen, *m.*, chalybeate spring.  
Stahlern, *n.*, steel ore; so called on account of its freedom from sulphur and phosphorus and consequent fitness for manufacture of pig iron to be used for steel making.  
Stahltrommel, *f.*, *-n*, steel drum used for transportation of acids, etc.  
stammen, *i.*, (von), to spring from; to descend from.  
Stanniol, *n.*, tinfoil.  
Statik, *f.*, statics.  
Stativ, *n.*, *-e*, support for apparatus, retort stand.  
Staub, *m.*, dust.  
Staubfänger, *m.*, *-*, dustcatcher (blast-furnace).  
Staunen, *n.*, astonishment.  
Stearinsäure, *f.*, stearic acid.  
stechend, pungent.  
Stehkolben, *m.*, *-*, flatbottomed flask.  
Stein der Weisen, philosophers' stone.  
Steinbruch, *m.*, quarry.  
Steinkohle, *f.*, bituminous coal as distinguished from anthracite.  
Steinkohlenteer, *m.*, coal tar.  
Steinöl, *n.*, petroleum.  
Steinsalz, *n.*, rock salt.  
Steinzeug, *n.*, stoneware.  
Stellschraube, *f.*, *-n*, set screw.  
Stellungsisomerie, isomerism of position.  
Stichflamme, *f.*, *-n*, a narrow pointed flame, as that produced by the use of a blowpipe.  
Stickgas, *n.*, Stickstoff, nitrogen (obs.).  
Stickoxyd, *n.*, nitric oxide.  
Stickoxydul, *n.*, nitrous oxide.  
Stickstoff, *m.*, nitrogen.  
Stöpsel, *m.*, *-*, stopper, cork; usually signifies a glass stopper.

Stöpschiffchen, *f.*, glass stoppered bottle.

stören, *t.*, to disturb.

Stoff, *m.*, -e, matter. As commonly used in chemistry the term indicates homogeneous composition; thus it applies to quartz or orthoclase but not to granite.

Stoffpatent, *n.*, -e, a patent upon a chemical substance.

Stoffwechsel, *m.*, metabolism.

Stopfen, *m.*, -, stopper.

Strahlenbrechung, *f.*, refraction of light.

streben, *i.*, (nach), to strive.

streng, strict, rigorous.

strengflüssig, fusible with difficulty.

streuen, *t.*, to strew.

Strich, *m.*, -e, mark; prime mark (algebra); streak (mineralogy).

strömen, *i.*, to stream, to flow.

Stromdichte, *f.*, current density.

Stromkreis, *m.*, electrical circuit.

Stromquelle, *f.*, -n, source of an electric current.

Stromwender, *m.*, -, commutating or reversing switch.

Strontian, *m.*, strontia, strontium oxide (obs.).

stufenweise, step by step; by degrees.

Sublimat, *n.*, sublimate; used often for Ätzsublimat, corrosive sublimate.

sublimieren, *t.* and *i.*, to sublime.

Sulfanilsäure, *f.*, sulphanilic acid.

Sucher, *m.*, -, searcher.

Sulfid, *n.*, -e, sulphide; -ic sulphide.

Sulfonsäure, *f.*,

Sulfosäure, *f.*, } sulphonic acid.

Sulfür, *n.*, lower sulphide, -ous sulphide.

sulfurieren, *t.*, to sulphonate, to convert into a sulphonic acid by the action of sulphuric acid.

Sulfurierung, *f.*, sulphonation, the act of conversion into a sulphonic acid.

Sumpfgas, *n.*, marsh gas.

summieren, *t.*, to sum up (*e. g.*, a column of figures).

Superarbitrium, *n.*, arbitration by higher official authority, after appeal has been made from decision of the lower.

Superoxyd, *n.*, peroxide.

Surrogat, *n.*, -e, substitute.

Symmetrieebene, *f.*, plane of symmetry (crystallography).

Synthese, *f.*, synthesis.

synthesieren, *t.*, to make by synthesis.

# T

Tätigkeit, *f.*, -en, activity.

Tag, *m.*, Tage, day; an den Tag legen, to demonstrate, to make manifest.

Talg, *m.*, tallow.

Talkerde, *f.*, magnesia (obs.).

Tantal, *n.*, tantalum.

Tara, *f.*, counterpoise, tare.

tariieren, *t.*, to tare.

tatsächlich, actually, as a matter of fact.

Tau, *m.*, dew.

Techniker, *m.*, -, one who is versed in applied science, technologist.

Teer, *m.*, tar.

Teil, *m.*, -e, part, share.

teilen, *t.*, to share, to divide.

Teilstrich, *m.*, -e, division of a scale.

Tellur, *n.*, tellurium.

Temperatur, *f.*, -en, temperature.

Terbium, *n.*, terbium.

ternär, ternary.

Tetrakisoktaeder, *n.*, tetragonal trisectahedron.

Theer, see Teer.

Thema, *n.*, Themen, theme, subject of an essay or thesis.

Theoretiker, *m.*, -, theorist.

Therma, *f.*, -n, hot spring.

Thermometerskala, *f.*, -skalen, thermometer scale.

These, *f.*, -n, thesis.

Thioschwefelsäure, *f.*, thiosulphuric acid.

Thon, see Ton.

Thorerde, *f.*, thorium oxide, thoria.

Thorium, *n.*, thorium.

Thran, see Tran.

Tiegel, *m.*, -, crucible.

Tiegelgußstahl, *m.*, crucible steel.

Tier, *n.*, -e, animal.

Tierkohle, *f.*, animal charcoal, bone black.

Tinktur, *f.*, -en, tincture.

Titan, *n.*, titanium.

Titriersäure, *f.*, titrating acid, standard acid (volumetric analysis).

töricht, foolish.

Toluol, *n.*, toluene.

Toluylsäure, *f.*, toluic acid.

Ton, *m.*, clay; shade of color; tone (music).

Torf, *m.*, turf.

Torsionswaage, *f.*, -n, torsion balance.

trachten, *i.*, (nach), to strive after.

- Tragweite, *f.*, range; meaning; significance.  
 Tran, *m.*, fish-oil.  
 Transport-Anlage, *f.*, conveyor.  
 Traubensäure, *f.*, racemic acid.  
 Traubenzucker, *m.*, grape sugar, glucose.  
 treiben, *t.*, to drive; to occupy one's self with; to cupel (metallurgy).  
 Treibherd, *m.*, -e, cupellation furnace (metallurgy of lead).  
 trennen, *t.*, to separate.  
 Trennung, *f.*, -en, separation.  
 Trichter, *m.*, -, funnel.  
 Trittgebläse, *n.*, foot bellows.  
 trocken, dry.  
 Trockenheit, *f.*, dryness.  
 Trockenrückstand, *m.*, dried residue on evaporation of a solution.  
 Trockenschrank, *m.*, drying oven.  
 Trockne, *f.*, dryness („Eindampfen bis zur Trockne“).  
 trocknen, *t.*, to dry.  
 Trockenis, *f.*, dryness (used more commonly of the weather, rarely in chemical literature).  
 tröpfeln, *i.*, to trickle, to fall in single drops.  
 Tropfen, *m.*, -, a drop.  
 Tropftrichter, *m.*, tap funnel.  
 trübe, turbid.  
 Trübung, *f.*, turbidity.  
 Tube, *f.*,  
 Tubulus, *m.*, } tubulare of a retort; side neck of a distilling flask.  
 Tüpfelmethode, *f.*, -n, drop method of determining the end point in volumetric analysis.  
  
 Überchlorsäure, *f.*, perchloric acid.  
 Übereinkommen, *n.*, agreement.  
 Übereinstimmung, *f.*, agreement, accordance.  
 überflüssig, superfluous.  
 überführen, *t.* (in), to convert into.  
 überhitzt, superheated.  
 Überlegung, *f.*, consideration, reflection.  
 überleiten, *t.*, to lead over.  
 übersättigen, *t.*, to supersaturate.  
 Übersättigung, *f.*, supersaturation.  
 Überschuß, *m.*, excess.  
 Überschwefelsäure, *f.*, persulphuric acid.  
 übersehen, *t.*, to look over, to overlook, to neglect.

- übersetzen, *t.*, to translate.  
Übersetzung, *f.*, translation.  
Übersicht, *f.*, synopsis.  
übersichtlich, easily seen or understood.  
übersteigen, *t.*, to surmount; to boil over in distillation.  
Übertreibung, *f.*, exaggeration.  
überzeugen, *t.*, to convince.  
Überzeugung, *f.*, conviction, assurance.  
Übung, *f.*, exercise; practice.  
Umfang, *m.*, circumference; range, extent; volume.  
umfassen, *t.*, to surround, to comprise.  
umkehrbar, reversible.  
umkehren, *t.*, to turn round, to invert, to reverse.  
umkristallisieren, *t.*, to purify by recrystallization.  
Umlagerung, *f.*, molekulare, molecular rearrangement.  
umrühren, *t.*, to stir (*e. g.*, a solution by means of a glass rod).  
Umschlag, *m.*, -schläge, sudden change (of color in titrations as indicating end points).  
umschmelzen, *t.*, to remelt.  
umschwenken, *t.*, to impart a rotary motion to a liquid.  
umsetzen, *t.*, to change, to alter chemically.  
Umsetzung, *f.*, -en, decomposition.  
umspülen, *t.*, to wash (in the sense of to surround with water, to submerge).  
Umstand, *m.*, -stände, circumstance.  
Umweg, *m.*, -e, round-about way, detour.  
unansprechlich, unspeakable.  
unbedingt, unconditionally, absolutely.  
unbeständig, unstable, prone to decomposition.  
unentwirrbar, inextricable.  
unfehlbar, infallible.  
ungeachtet, *p. p.*, (with genitive), notwithstanding.  
ungefähr, as guessed at, about.  
ungemein, uncommon.  
ungeättigt, unsaturated.  
Universalmittel, *n.*, cureall; panacea.  
Unkosten, *pl.*, costs, charges.  
unmittelbar, direct, immediate.  
unorganisch, inorganic.  
unschätzbar, inestimable.  
Unschlitt, *n.*, tallow.  
unteilbar, indivisible.  
Unterabteilung, *f.*, -en, subdivision.

- unterchlorige Säure, *f.*, hypochlorous acid.  
 unterphosphorige Säure, *f.*, hypophosphorous acid.  
 Unterricht, *m.*, teaching, instruction.  
 untersuchen, *t.*, to investigate.  
 unterscheiden, *t.*, to distinguish.  
 Untersuchung, *f.*, -en, investigation, research.  
 unterweisen, *t.*, to instruct.  
 unterwerfen, *f.*, to subject.  
 unwiderleglich, irrefutable.  
 unzählig, numberless.  
 unzerlegbar, not decomposable.  
 unzutraglich, disadvantageous, prejudicial.  
 Unzutraglichkeit, *f.*, disadvantage; harmfulness.  
 Uran, *n.*, uranium.  
 Urgestein, *n.*, primary rock.  
 Ursache, *f.*, -n, cause.  
 Ursprung, *m.*, -sprünge, origin.  
 Urstoff, *m.*, primitive matter.  
 Urtitersubstanz, *f.*, -en, a substance regarded as standard for determining the titer of solutions for volumetric analysis.  
  
 Valeriansäure, *f.*, valerianic acid.  
 Vanadin, *n.*,  
 Vanadium, *n.*, } vanadium.  
 Vanadinsäure, *f.*, vanadic acid.  
 vegetabilisches, Alkali, vegetable alkali, potash (obs.).  
 Ventil, *n.*, -e, valve.  
 veränderlich, variable.  
 Veranlassung, *f.*, incentive, motive.  
 verarbeiten, *t.*, (auf oder zu), to manufacture into (*e. g.*, common salt into soda ash).  
 Verarbeitung, *f.*, manufacturing.  
 verbergen, *t.*, to conceal.  
 verbessern, *t.*, to improve.  
 verbinden (sich mit), to combine with.  
 Verbindung, *f.*, -en, compound; the act of combination; connection.  
 Verbindungsgewicht, *n.*, -e, combining weight.  
 Verbrauch, *m.*, consumption.  
 Verbreitung, *f.*, spreading; diffusion.  
 verbrennlich, combustible.  
 Verbrennung, *f.*, combustion.  
 Verbrennungsanalyse, *f.*, combustion analysis.



- Verbrennungsofen, *m.*, -öfen, combustion furnace.  
 Verbrennungsröhre, *f.*, -n, } combustion tube.  
 Verbrennungsrohr, *n.*, -e, }  
 Verbrennungswärme, *f.*, heat of combustion.  
 verbringen, *t.*, to spend, to pass (time).  
 Verdampfung, *f.*, evaporation.  
 Verdampfungswärme, *f.*, latent heat of evaporation.  
 verdauen, *t.*, to digest.  
 verdichten, *t.*, to cause to condense; sich verdichten, to become condensed.  
 verdicken, *t.*, (sich), to become viscid.  
 Verdienst, *m.*, -e, merit.  
 verdrängen, *t.*, to displace.  
 verdünnen, *t.*, to dilute.  
 verdünnt, diluted; dilute.  
 Verdünnung, *f.*, dilution.  
 Verdünnungsmittel, *n.*, -, diluent.  
 verdunsten, *i.*, to evaporate.  
 veredeln, *t.*, to enoble.  
 Veredlung, *f.*, the process of changing a base into a noble metal (alchemy).  
 vereinigen, *t.*, to unite; sich vereinigen mit, to combine with.  
 Vereinigung, *f.*, act of union.  
 verewigen, *t.*, to immortalize.  
 verfälschen, *t.*, to falsify, adulterate.  
 Verfälschung, *f.*, -en, adulteration.  
 Verfälschungsmittel, *n.*, -, adulterant.  
 verfahren, *i.*, to proceed.  
 Verfahren, *n.*, -, process.  
 Verfahrensweise, *f.*, mode of procedure.  
 Verfertigung, *f.*, manufacture; construction.  
 verflüchtigen, *t.*, to volatilize; sich verflüchtigen, to pass away as vapor.  
 verflüssigen, *t.*, to cause to liquefy.  
 Verflüssigung, *f.*, liquefaction.  
 vergasen, *t.*, to convert into gas by a process involving the action of air  
 or steam as in the production of water gas by the action of steam  
 upon heated coke (see *entgasen*).  
 Vergleich, *m.*, -e, comparison.  
 vergolden, *t.*, to plate with gold, to gild.  
 Vergoldung, *f.*, the process of good plating.  
 vergrißen, out of print (of books).  
 verhältnis, *n.*, -nisse, relationship; ratio; proportion.  
 verhalten, *t.*, to withhold; sich verhalten zu, to stand in relation to.  
 Verhalten, *n.*, behavior.  
 verharzen, *t.* and *i.*, to change to a resin (*e. g.*, aldehydeammonia).

- verjagen, *t.*, to expel (*e. g.*, a volatile substance by heating).  
 verjüngen, *t.*, to rejuvenate.  
 verkalken, *t.*, to change to a calx (phlogistic theory).  
 Verkehr, *m.*, intercourse; commerce.  
 verkennen, *t.*, to misjudge.  
 Verkohlung, *f.*, charring; carbonization.  
 verkoken, *t.*, to convert into coke, to coke (coke manufacture).  
 Verkokung, *f.*, the process of making coke.  
 verkupfern, *t.*, to coat with copper.  
 Verlag, *m.*, publishing house.  
 verlangen, *t.*, to demand.  
 verlangsamen, *t.*, to retard.  
 Verlauf, *m.*, course.  
 verlaufen, *i.*, to flow away; to pass off; to come to an end.  
 Verleger, *m.*, -, publisher.  
 verleiten, *t.*, to mislead.  
 Verlustquelle, *f.*, -n, source of loss.  
 vermehren, *t.*, to increase.  
 vermeiden, *t.*, to avoid.  
 vermischen, *t.*, to mix.  
 Vermutung, *f.*, -en, supposition, presumption.  
 vernachlässigen, *t.*, to neglect.  
 Veröffentlichung, *f.*, publication; announcement.  
 Verpackung, *f.*, packing; container.  
 verrichten, *t.*, to perform, to carry out.  
 versagen, *t.*, einem etwas, to refuse, to deny one . . .  
 verschaffen, *t.*, (sich), to provide, to procure.  
 verschlucken, *t.*, to swallow; to absorb.  
 verschweigen, *t.*, to conceal.  
 versehen, *t.*, (etwas), to err; mit etwas, to provide.  
 verseifen, *t.*, to saponify.  
 versetzen mit, to treat with (*e. g.*, a substance with a reagent).  
 versilbern, *t.*, to coat with silver.  
 Versilberung, *f.*, the process of silvering; silver plating.  
 versinken, *i.*, to sink.  
 verspritzen, *t.*, to splash, to spill.  
 Verstand, *m.*, intelligence; judgment.  
 Verstopfung, *f.*, obstruction.  
 Verteidiger, *m.*, -, defender.  
 vertreten, *t.*, to represent; to replace.  
 verunreinigen, *t.*, to make impure; to contaminate.  
 Verunreinigung, *f.*, -en, impurity; contamination.  
 verursachen, *t.*, to cause.

- vervollkommen, *t.*, to complete.  
 Verwandlung, *f.*, alteration.  
 Verwandtschaft, *f.*, -en, relationship, affinity.  
 verwenden, *t.*, to apply, to use.  
 verwerfen, *t.*, to reject.  
 Verwesung, *f.*, putrefaction.  
 verwittern, *i.*, to suffer change from the action of the weather; to effloresce.  
 verworren, confused (of a mass of crystals).  
 verzeichnen, *t.*, to make a list of, to catalogue.  
 versinnen, *t.*, to tin, electrically or by dipping into melted tin.  
 vierwertig, polyvalent.  
 vierwertig, tetravalent.  
 Vitriol, *m.*, -e, vitriol, the old name for various sulphates (*e. g.*, Eisen-  
 vitriol, Kupfervitriol, etc.).  
 Vitriolöl, *n.*, oil of vitriol, fuming sulphuric acid.  
 vollenden, *t.*, to complete.  
 Volum, *n.*, -e,  
 Volumen, *n.*, -, or Volumina, } volume.  
 voluminös, voluminous.  
 Volumteil, *m.*, -e, part by volume.  
 voraussehen, *t.*, to anticipate, to foresee.  
 Vorbildung, *f.*, preliminary education.  
 Vorgänger, *m.*, predecessor.  
 Vorgang, *m.*, -gänge, occurrence, event; chemical reaction.  
 vorhanden, present.  
 Vorhandensein, *n.*, existence; presence.  
 vorherig, preliminary.  
 Vorlage, *f.*, -n, receiver used to collect a distillate.  
 Vorlauf, *m.*, first runnings (distillation).  
 Vorlesung, *f.*, -en, lecture.  
 vornehmen, *t.*, to undertake.  
 Vorprüfung, *f.*, preliminary examination.  
 Vorrat, *m.*, -räte, stock, provision.  
 Vorrichtung, *f.*, -en, apparatus; device.  
 vorschalten, *t.*, to introduce into an electric circuit.  
 Vorschrift, *f.*, -en, prescription, direction.  
 Vorschub, *m.*, leisten, to lend assistance; to promote.  
 Vorsicht, *f.*, caution.  
 Vorsichtsmaßregel, *f.*, -n, precautionary measure.  
 Vorteil, *m.*, -e, advantage.  
 Vortrag, *m.*, -träge, lecture, address.  
 verübergehend, temporary.

- Verurteil, *n.*, prejudice.  
 vorwiegen, *i.*, to preponderate.  
 Vorwort, *n.*, -würter, preface.  
 Vorzug, *m.*, -züge, merit, accomplishment, advantage.

## W

- Wachs, *n.*, wax.  
 Wachstum, *n.*, growth.  
 wägen, *t.*, to weigh.  
 Wägung, *f.*, weighing.  
 Wärme, *f.*, heat.  
 Wärmerstoff, *m.*, caloric, heat regarded as a material substance.  
 Wärmetönung, *f.*, -en, heat of a reaction expressed in calories.  
 Wage, *f.*, balance.  
 Wagebalken, *m.*, -, balance beam.  
 wagen, *i.*, to venture; to dare.  
 Wagengehäuse, *n.*, balance case.  
 wagerecht, horizontal.  
 Wagschale, *f.*, -n, balance pan.  
 Wagszimmer, *n.*, -, balance room.  
 Wahn, *m.*, illusion.  
 wahrnehmen, *t.*, to observe, to become sensible of.  
 Walrat, *m.*, *sperma ceti*.  
 Walzwerk, *n.*, -e, rolling mill.  
 Wanne, *f.*, -n, trough; pneumatische Wanne, pneumatic trough.  
 Ware, *f.*, -n, merchandise, goods.  
 Wasserbad, *n.*, -bäder, water bath.  
 wasserdicht, water proof.  
 wasserfrei, anhydrous.  
 Wassergehalt, *m.*, content of water (in admixture or in combination).  
 Wasserglas, *n.*, water glass.  
 wasserhaltig, containing water; hydrated.  
 wasserlöslich, soluble in water.  
 Wassersäule, *f.*, -n, water column (*e. g.*, height of the water in an eudiometer).  
 Wasserstoff, *m.*, hydrogen.  
 Wasserstoffsäure, *f.*, hydracid.  
 Wasserversorgung, *f.*, water supply.  
 Wechselstrom, *m.*, -ströme, alternating current (electricity).  
 wegräumen, *t.*, to clear away, to remove.  
 Weingeist, *m.*, spirits of wine.  
 Weinsäure, *f.*, tartaric acid.  
 Weinstein, *m.*, salt of tartar, acid potassium tartrate.  
 Weißblech, *n.*, tinned iron, tin plate.

Weißbleierz, *n.*, cerussite.

Weißkupfer, *n.*, German silver.

weitschweifig, diffuse, circuitous.

Wenigerdrehung, *f.*, half rotation (polarized light).

Werkstelle, *f.*, -*n*., workshop.

Werkstätte, *f.*, -*n*., workshop.

Wert, *m.*, -*e*, value.

Wertigkeit, *f.*, valence.

wesentlich, essentially.

widersinnig, unreasonable, absurd.

Widerstand, *m.*, -*stände*, resistance (electrical).

Wirbel, *m.*, vortex.

Wirbelbewegung, *f.*, vortex motion.

wirbeln, *i.*, to whirl.

Wissenschaft, *f.*, -*en*, science.

Winderhitzungsapparat, *m.*, -*e*, regenerator; hot blast stove (blast furnace).

Wismut, *n.*, bismuth.

Wismutsäure, *f.*, bismuthic acid.

Wohlklang, *m.*, euphony.

Wolfram, *n.*, tungsten.

Wolframsäure, *f.*, tungstic acid.

Würdigung, *f.*, valuation; appreciation.

Würze, *f.*, -*n*., wort (brewing).

Wurzel, *f.*, -*n*., root.

## X

Xylol, *n.*, xylene.

## Y

Yttererde, *f.*, yttrium oxide.

zähflüssig, viscid.

Zahl, *f.*, -*en*, number.

zahlreich, numerous.

Zange, *f.*, pincers; tongs; tweezers.

Zeiger, *m.*, -, pointer; needle of a galvanometer; hand of a clock.

Zeitalter, *n.*, generation; age.

Zeitdauer, *f.*, duration of time.

Zentrifuge, *f.*, -*n*., centrifugal machine.

Zer, *n.*, cerium.

zerfallen, *n.*, to fall to pieces, to crumble.

- zerfließen, *i.*, to deliquesce.  
 zerfließlich, deliquescent.  
 zerknistern, *i.*, to decrepitate.  
 zerlegbar, decomposable.  
 zerlegen, *t.*, to decompose; *sich—*, to undergo decomposition.  
 zerreiben, *t.*, to grind to powder.  
 zersetzen, *i.*, to decompose; *sich—*, to undergo decomposition.  
 zerspringen, *t.*, to break to pieces.  
 Zettelkatalog, *m.*, card catalogue.  
 Ziffer, *f.*, -n, figure, numeral.  
 Zimtsäure, *f.*, cinnamic acid.  
 Zink, *n.*, zinc.  
 Zinkspat, *m.*, smithsonite, native zinc carbonate.  
 Zinkstaub, *m.*, zinc dust.  
 Zinn, *n.*, tin.  
 Zinnfolie, *f.*, tinfoil.  
 Zinnkies, *m.*, stannite, native stannic sulphide.  
 Zinnober, *m.*, cinnabar, native mercuric sulphide.  
 Zinnsäure, *f.*, stannic acid.  
 Zinnsalz, *n.*, tin salt, stannous chloride.  
 Zinnstein, *m.*, tin stone, cassiterite; native stannic oxide.  
 Zirkon, *n.*, zircon (mineralogy).  
 Zirkon, *n.*,  
 Zirkonium, *n.*, } zirconium.  
 Zirkonerde, *f.*, zirconium oxide, zirconia.  
 zollen, *t.*, to pay toll.  
 Zubehör, *n.*, parts (collective) accessory to an apparatus or machine.  
 Zuckerrohr, *n.*, sugar cane.  
 Zuckersäure, *f.*, saccharic acid.  
 Zufall, *m.*, -fälle, accident.  
 zufügen, *t.*, to add.  
 zugehören, *i.*, to belong to.  
 Zugfestigkeit, *f.*, tenacity.  
 Zuhörer, *m.*, -, hearer.  
 zurückgeworfen, reflected (of light).  
 zusammengesetzt, compounded, compound.  
 zusammensetzen, *t.*, to bring together.  
 Zusammensetzung, *f.*, composition; compound body.  
 zusammenziehend, astringent.  
 Zusatz, *m.*, -sätze, addition.  
 Zuschlag, *m.*, -schläge, flux.  
 Zustand, *m.*, -stände, condition.  
 Zwang, *m.*, compulsion.

Zweck, *m.*, -e, purpose.

zweibasisch, dibasic.

zweierlei, of two kinds.

Zweifel, *m.*, -, doubt.

zweihalsig, two-necked (Woulfe's bottle).

zweisäurig, diacid (of bases).

Zwillingskristall, *m.*, -e, twin crystal.

## Abbreviations frequently found in German Scientific Literature.

- a. a. O., auch anderen Orts, and elsewhere.  
Ae., Aether, ether.  
A. G.; Atomgewicht, atomic weight.  
Alk., Alkohol, alcohol.  
An., Anmerkung, comment, remark.  
Atm., Atmosphäre.  
a. u. a., auch unter anderen, and among others.  
a. W., äußere Weite, outside diameter.  
Bd., Band, volume.  
Ber., Bericht or Berichte, report. Used alone commonly means *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*.  
bez., bezw., beziehungsweise, or.  
bezügl., bezüglich, in relation to, concerning.  
ccm., Cubiccentimeter, Kubikzentimeter.  
corr., corrigiert, corrected.  
dgl. m., dergleichen mehr, more of the same kind.  
d. i., das ist, that is.  
d. h., das heißt, that is, that is to say.  
d. H., der Herausgeber, the editor.  
Diss., Dissertation.  
Einw., Einwirkung, (chemical) action.  
einw., einwirken, einwirkt, to react chemically, reacts.  
erh., erhitzen, erhitzt, to heat; heats.  
erw., erwärmen, erwärmt, to warm; warms.  
geb., gebunden, bound.  
g., Gramm.  
gef., gefunden, found.  
G. m. b. H., Gesellschaft mit beschränkter Haftung, corporation with limited liability, limited corporation.  
ges., gesättigt, saturated.  
Ges., Gesellschaft, society, corporation.  
ges. gesch., gesetzlich geschützt, protected by law, patented.  
Gew., Gewicht, weight.  
HK or HK Hefner Kerze, standard candle.  
i. W., innere Weite, inside diameter (*e. g.*, of a pipe).  
Jahrg., Jahrgang, annual volume of a periodical.  
korr., korrigiert, corrected.  
krist., kristallisiert, kristallinisch.  
Krist., Kristallisation; Kristall.  
lös., löslich, soluble.



Lös., Löslichkeit, solubility.

Lsg., Lösung, solution.

Mol. Gew., Molekulargewicht, molecular weight.

n. F., neue Folge, new series of a periodical.

N-Substanz, Stickstoffsubstanz, nitrogenous matter (food chemistry).

Pf., Pfund, pound.

Ph. g., Pharmakopöe, germanica, the German pharmacopoeia.

prima, (Qualität), of the first quality.

P. S., Pferdestunde, horse-power hour.

Proz., Prozent, per cent.

R., Referat, brief abstract of an article.

resp., respectively; or.

R-P., Reichs-Patent, Imperial patent.

S., Seite, page.

s. a., siehe auch, see also.

s., siehe, see.

s. G., spezifisches Gewicht, specific gravity.

sog., sogenannt, so called.

s. u., siehe unten, see below.

s. W., spezifische Wärme, specific heat.

Tle., Teile, parts.

u., und.

u. a., unter anderen, among others.

u. dgl. mehr, und dergleichen mehr, and more of the same kind, etc.

u. s. w., und so weiter, and so forth.

v. d. L., vor dem Löthrohr, before the blowpipe.

Verb., Verbindung, compound.

Verbb., Verbindungen, compounds.

verd., verdünnt.

Verf., Verfahren, process.

Verf., Verfasser, author.

vergl., (man) vergleiche, compare.

Vers., Versuch, attempt; experiment.

Vol-Gew., Volum-Gewicht, volume weight.

vorm., vormals, formerly.

v. H., von Hundert, per hundred, per cent.

W. E., Wärme-Einheit, calorie.

wlös., wasserlöslich, soluble in water.

Z., Zeitschrift, periodical.

z. B., zum Beispiel, for example.

z. T., zum Teil, partially.

Zus., Zusammensetzung, composition.

# SCIENTIFIC BOOKS

---

PUBLISHED BY

**The Chemical Publishing Company,**  
**Easton, Penna.**

---

- ARNDT-KATZ**—A Popular Treatise on the Colloids in the Industrial Arts. Translated from the Second Enlarged Edition. 12mo. Pages VI + 73.
- ARNOLD**—The Motor and the Dynamo. 8vo. Pages VI + 178. 166 Figures.
- BENEDICT**—Elementary Organic Analysis. Small 8vo. Pages VI + 82. 15 Illustrations.
- BERGEY**—Handbook of Practical Hygiene. Small 8vo. Pages 164.
- BILTZ**—Practical Methods for Determining Molecular Weights. (Translated by Jones.) Small 8vo. Pages VIII + 245. 44 Illustrations.
- BOLTON**—History of the Thermometer. 12mo. Pages 96. 6 Illustrations.
- BRIDEN AND DICKEY**—A Text Book of Filtration. 8vo. Pages XII + 376. 264 Illustrations.
- BURGESS**—Soil Bacteriology Laboratory Manual. 12mo. Pages VIII + 123. 3 Illustrations.
- CAMERON**—The Soil Solution, or the Nutrient Medium for Plant Growth. 8vo. Pages VI + 136. 3 Illustrations.
- CLINTON**—Further Light on the Theory of the Conductivity of Solutions. Pages 15. Paper Cover.
- CRAIG**—Notes on Chemical Analysis. 8vo. Pages IV + 162. 16 Illustrations.
- DOLT**—Chemical French. 2nd Edition. 8vo. Pages VIII + 413.
- EMERY**—Elementary Chemistry. 12mo. Pages XIV + 666. 191 Illustrations.
- ENGELHARDT**—The Electrolysis of Water. 8vo. Pages X + 140. 90 Illustrations.
- FRAPS**—Principles of Agricultural Chemistry. 8vo. 2nd Edition. Pages VI + 501. 94 Illustrations.
- GILMAN**—A Laboratory Outline for Determination in Quantitative Chemical Analysis. Pages 88.
- GUILD**—The Mineralogy of Arizona. Small 12mo. Pages 104. Illustrated.
- HALLIGAN**—Elementary Treatise on Stock Feeds and Feeding. 8vo. Pages VI + 302. 24 Figures.
- HALLIGAN**—Fertility and Fertilizer Hints. 8vo. Pages VIII + 156. 12 Figures.
- HALLIGAN**—Soil Fertility and Fertilizers. 8vo. Pages X + 398. 23 Figures.
- HARDY**—Infinitesimals and Limits. Small 12mo. Paper. Pages 22. 6 Figures.

- HART**—Text Book of Chemical Engineering. 2nd Edition. 8vo. Pages XIV + 236. 229 Illustrations.
- HART**—Chemistry for Beginners. Small 12mo. Vol. I. Inorganic. Pages VIII + 214. 55 Illustrations, 2 Plates.
- HART**—Second Year Chemistry. Small 12mo. Pages 165. 31 Illustrations.
- HART, R. N.**—Leavening Agents. 8vo. Pages IV + 90. 13 Illustrations.
- HEESS**—Practical Methods for the Iron and Steel Works Chemist. 8vo. Pages 60.
- HILL**—A Brief Laboratory Guide for Qualitative Analysis. 3rd Edition. 12mo. Pages VIII + 104.
- HINDS**—Qualitative Chemical Analysis. 8vo. Pages VIII + 266.
- HOWE**—Inorganic Chemistry for Schools and Colleges. 8vo. 3rd Edition. Pages VIII + 443.
- JONES**—The Freezing Point, Boiling Point and Conductivity Methods. Pages VIII + 76. 2nd Edition, completely revised.
- KRAYER**—The Use and Care of a Balance. Small 12mo. Pages IV + 42. 18 Illustrations.
- LANDOLT**—The Optical Rotating Power of Organic Substances and Its Practical Applications. 8vo. Pages XXI + 751. 83 Illustrations.
- LEAVENWORTH**—Inorganic Qualitative Chemical Analysis. 8vo. Pages VI + 153.
- LE BLANC**—The Production of Chromium and Its Compounds by the Aid of the Electric Current. 8vo. Pages 122.
- LOCKHART**—American Lubricants. 2nd Edition. 8vo. Pages XII + 341. Illustrated.
- MASON**—Notes on Qualitative Analysis. 8th Edition. Small 12mo. Pages 58.
- MEADE**—Chemists' Pocket Manual. 12mo. 3rd Edition. Pages IV + 530. 42 Figures.
- MEADE**—Portland Cement. 2d Edition. 8vo. Pages X + 512. 169 Illustrations.
- MOELLER-KRAUSE**—Practical Handbook for Beet-Sugar Chemists. 8vo. Pages VIII + 132. 19 Illustrations.
- MOISSAN**—The Electric Furnace. 2nd Edition. 8vo. Pages XVI + 313. 42 Illustrations.
- NIKAIDO**—Beet-Sugar Making and Its Chemical Control. 8vo. Pages XII + 354. 65 Illustrations.
- NISSENSON**—The Arrangement of Electrolytic Laboratories. 8vo. Pages 81. 52 Illustrations.
- NOYES**—Organic Chemistry for the Laboratory. 4th Edition, revised. 8vo. Pages XII + 293. 41 Illustrations.
- NOYES AND MULLIKEN**—Laboratory Experiments on Class Reactions and Identification of Organic Substances. 8vo. Pages 81.

- PARSONS**—The Chemistry and Literature of Beryllium. 8vo. Pages VI + 180.
- PFAHHAUSER**—Production of Metallic Objects Electrolytically. 8vo. Pages 162. 100 Illustrations.
- PHILLIPS**—Chemical German. 2d Edition. 8 vo. Pages VIII + 252.
- PHILLIPS**—Methods for the Analysis of Ores. Pig Iron and Steel. 2nd Edition. 8vo. Pages VIII + 170. 3 Illustrations.
- FRANKE**—Cyanamid (Manufacture, Chemistry and Uses). 8vo. Pages VI + 112. 8 Figures.
- PULSIFER**—The Determination of Sulphur in Iron and Steel—With a Bibliography 1797-1921. 8vo. Pages VI + 160. 7 Illustrations.
- SEGER**—Collected Writings of Herman August Seger. Papers on Manufacture of Pottery. 2 Vols. Large 8vo.
- STILLMAN**—Briquetting. 8vo. Pages XI + 466. 159 Illustrations.
- STILLMAN**—Engineering Chemistry. 5th Edition. 8vo. Pages VIII + 760. 150 Illustrations.
- STILLMAN**—Examination of Lubricating Oils. 8vo. Pages IV + 125. 35 Illustrations.
- TOWER**—The Conductivity of Liquids. 8vo. Pages 82. 20 Illustrations.
- Van KLOOSTER**—Lecture Demonstrations in Physical Chemistry. 12mo. Pages VI + 196. 83 Figures.
- VENABLE**—The Study of the Atom. 12mo. Pages VI + 290.
- VULTE**—Household Chemistry. 12mo. 3rd Edition. Pages VI + 243.
- VULTE AND VANDERBILT**—Food Industries—An Elementary Text-book on the Production and Manufacture of Staple Foods. 3rd Edition. 8vo. Pages X + 325. 82 Illustrations.
- WILEY**—Principles and Practice of Agricultural Analysis. Vol. I—Soils. Pages XII + 636. 92 Illustrations.
- WILEY**—Principles and Practice of Agricultural Analysis. Vol. II—Fertilizers and Insecticides. Pages 684. 40 Illustrations 7 Plates.
- WILEY**—Principles and Practice of Agricultural Analysis Vol. III—Agricultural Products. Pages XVI + 846. 127 Illustrations.
- WINSTON**—Laboratory Leaflets for Qualitative Analysis. 8 x 10. 10 pages Reactions with 21 sets of 4 pages each of Analysis Sheets.
- WYSOR**—Analysis of Metallurgical and Engineering Materials—a Systematic Arrangement of Laboratory Methods. Size 8½ x 10½. Pages 82. Illustrated. Blank Pages for Notes.
- WYSOR**—Metallurgy—a Condensed Treatise for the Use of College Students and Any Desiring a General Knowledge of the Subject. 2d Edition, revised and enlarged. 8vo. Pages XIV + 391. 104 Illustrations.
- ZIEGEL**—Brief Course in Metallurgical Analysis. Pages VI + 72.

**HART**—Our Farm in Cedar Valley. 12mo. Pages 250. Illustrated.

**BARDOLF**—The Story of Sugar. 12mo. Pages VII + 191. Illustrated.

**BOWEN**—The Story of the Oak Tree. 12mo. Pages 127. Illustrated.

**CLYDE**—A Drop of Water. 12mo. Pages 172. Illustrated.

**DAVIS**—Roger Bacon's Letter—Concerning the Marvelous Power of Art and of Nature and Concerning the Nullity of Magic. 12mo. Pages 76.

